

Saluran udara – Persyaratan dan pengujian untuk spanser

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi.....	2
3.1 Spaser kaku	2
3.2 Spaser fleksibel.....	2
3.3 Sistem spaser	2
4 Persyaratan umum.....	3
4.1 Desain.....	3
4.2 Material	3
4.2.1 Umum	3
4.2.2 Bahan bukan logam	3
4.3 Berat, dimensi dan toleransi	4
4.4 Proteksi terhadap karat.....	4
4.5 Hasil pabrikasi.....	4
4.6 Penandaan.....	4
4.7 Petunjuk pemasangan	4
5 Jaminan mutu.	4
6 Klasifikasi uji	4
6.1 Uji jenis	4
6.1.1 Umum	5
6.1.2 Penerapan	5
6.2 Uji contoh	5
6.2.1 Umum	5
6.2.2 Penerapan	5
6.2.3 Kriteria pengambilan contoh dan serah terima	5
6.3 Uji rutin.....	6
6.3.1 Umum	6
6.3.2 Kriteria penerapan dan serah terima	6
6.4 Tabel uji yang diterapkan.....	6
7 Metode uji.....	8
7.1 Pemeriksaan visual.....	8
7.2 Verifikasi dimensi, bahan dan berat.....	8
7.3 Uji perlindungan korona	8

7.3.1	Komoponen tergalvanisasi celup panas (selain kawat baja pilin tergalvanisasi).....	8
7.3.2	Komponen besi dilindungi dari karat dengan metode selain galvanisasi celup panas.....	9
7.3.3	Kawat baja digalvanisasi dipilin	9
7.3.4	Karat yang disebabkan oleh komponen bukan logam	9
7.4	Uji tak merusak	9
7.5	Uji mekanis	9
7.5.1	Uji klem pleset (<i>Clamp slip tests</i>)	9
7.5.2	Uji baut <i>breakaway</i>	12
7.5.3	Uji pengencangan baut klem	12
7.5.4	Uji arus hubung singkat simulasi dan uji pampat dan regang	12
7.5.5	Karakterisasi sifat elastis dan redaman	13
7.5.6	Uji kelenturan	16
7.5.7	Uji kelelahan	17
7.6	Pengujian untuk karakteristik elastomer	18
7.6.1	Umum	18
7.6.2	Pengujian	18
7.6.3	Uji ketahanan terhadap ozon	20
7.7	Uji Listrik	20
7.7.1	Uji Corona dan uji tegangan interferensi radio (RIV)	20
7.7.2	Uji resistans listrik	20
7.8	Pemeriksaan kelakuan getaran dari sistem berkas/spaser	21
	Lampiran A(normatif) Perincian teknis minimum yang disepakati antara pembeli dan pemasok	28
	Lampiran B (informatif) Gaya kompresi pada uji simulasi hubung singkat	29
	Lampiran C (informatif) Karakteristik sifat elastis dan redaman metoda kekakuan- redaman.....	30
	Lampiran D (informatif) Verifikasi unjuk kerja getaran sistem bundle/spaser	32

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai “Saluran udara – Persyaratan dan pengujian untuk spaser”, diadopsi dari standar *International Electrotechnical Commission* (IEC) Publikasi 61854 (1998-09) dengan judul “ *Overhead lines –Requirements and tests for spacers*”, dirumuskan oleh Panitia Teknis Saluran Udara, Elektronika Tenaga dan Kapasitor Tenaga (PTSU) Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral masa kerja Tahun 2002.

Ketika dalam taraf Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI), standar ini telah melalui proses / prosedur perumusan standar dan terakhir dibahas dalam Forum Konsensus XIX pada tanggal 9 sampai dengan 10 Oktober 2002 untuk mencapai mufakat.

Dalam rangka mempertahankan mutu ketersediaan standar yang tetap mengikuti perkembangan, maka diharapkan masyarakat standardisasi ketenagalistrikan memberikan saran dan usul perbaikan demi kesempurnaan rancangan ini dan tak kalah pentingnya untuk revisi standar ini dikemudian hari.



Saluran udara- Persyaratan dan pengujian untuk spanser

1 Ruang lingkup

Standar ini diterapkan pada spaser untuk bundel konduktor dari saluran udara. Yang mencakup spaser yang kaku, spaser yang fleksibel dan spaser dengan peredam.

Tidak digunakan sebagai spaser antar fasa, spaser lingkaran dan spaser ikatan.

CATATAN Standar ini dibuat untuk mencakup perencanaan jaringan pada prakteknya dan spaser sangat umum digunakan pada saat penulisan. Disini dapat saja spaser lainnya digunakan untuk hal mana pengujian khusus yang dilaporkan dalam standar ini mungkin tidak diperlukan.

Dalam banyak hal, prosedur pengujian dan nilai uji menjadi suatu persetujuan diantara pembeli dan pemasok dan ditetapkan di dalam kontrak pengadaannya. Pembeli sebaiknya mengevaluasi persyaratan pelayanan yang diharapkannya, yang diharapkan menjadi dasar pengujian.

Dalam lampiran A ditetapkan rincian teknik minimum yang harus disetujui antara pembeli dan pemasok.

2 Acuan normatif

Standar ini mengacu pada:

IEC 60050 (466) : 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 466 : Overhead lines.*

IEC 61284 : 1997, *Overhead Lines - Requirements and tests for fittings.*

IEC 60888 : 1087, *Zinc - coated steel wires for stranded conductors.*

ISO 34-1 : 1994, *Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of tear strength - Part 1 : Troser, angle and crescent test pieces.*

ISO 34-2 : 1994, *Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of tear strength - Part 2 : Small (Delf T) test pieces.*

ISO 37 : 1994, *Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of tensile stress - strain properties.*

ISO 188 : 1982, *Rubber, vulcanized - Accelerated ageing or heat - resistance tests.*

ISO 812 : 1991, *Rubber, vulcanized - Determination of low temperature brittleness.*

ISO 815 : 1991, *Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of compression set at ambient, elevated or low temperature.*

ISO 868 : 1985, *Plastic and ebonite - Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore Hardness)*.

ISO 1183 : 1987, *Plastic - Methods for determining the density and relative density of non-cellular plastics*.

ISO 1431-1 : 1989, *Rubber, vulcanized or thermoplastic - Resistance to ozone cracking - Part 1 : static strain test*.

ISO 1461, - *Hot dip galvanized coatings on fabricated ferrous products - Specifications*¹

ISO 1817 : 1985, *Rubber, vulcanized - Determination of the effect of liquids*.

ISO 2871 : 1988, *Rubber, vulcanized - Determination of density*.

ISO 2859-1 : 1989, *Sampling procedures for inspection by attributes - Part 1 : Sampling plans indexed by acceptable quality level (AQL) for lot-by-lot inspection*.

ISO 2859-2 : 1985, *Sampling procedures for inspection by attributes - Part 1 : Sampling plans indexed by limiting quality level (LQ) for isolated lot inspection*.

ISO 2921 : 1982, *Rubber, vulcanized - Determination of low temperature characteristics - Temperature retraction procedure (TR test)*.

ISO 3417 : 1991, *Rubber - Measurement of vulcanization characteristics with the oscillating disc curemeter*.

ISO 3951 : 1989, *Sampling procedures and charts for inspection by variables for percent nonconforming*.

ISO 4649 : 1985, *Rubber - Determination of abrasion resistance using a rotating cylindrical drum device*.

ISO 4662 : 1986, *Rubber - Determination of rebound resilience of vulcanizates*.

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan standar ini digunakan definisi Kosakata Elektroteknik Internasional, khususnya IEC 60050 (466). Hal-hal yang berbeda atau tidak tercantum dalam kosakata tersebut diberikan di bawah ini.

3.1

spaser kaku

Spaser yang tidak memungkinkan gerak relatif diantara sub-konduktor di lokasi spaser

3.2

spaser fleksibel

Spaser yang memungkinkan gerak relatif diantara sub-konduktor di lokasi spaser

3.3

sistem spaser

Seluruh bagian spaser dan distribusinya dalam rentang terkait

¹ Akan diterbitkan

4 Persyaratan umum

4.1 Desain

Spaser harus didesain agar supaya:

- menjaga jarak sub-konduktor (pada lokasi spaser), pada batas-batas tertentu, pada kondisi pelayanan di luar arus hubung singkat;
- mencegah kontak fisik pada sub-rentang diantara spaser, kontak fisik diantara sub-konduktor, kecuali selama terjadinya hubung singkat yang memungkinkan terjadinya kontak, asalkan jarak tertentu segera dikembalikan setelah gangguan dilepaskan;
- tahan terhadap beban mekanik pada spaser selama pemasangan, pemeliharaan dan pelayanan (termasuk kondisi hubung singkat) selama tanpa ada kegagalan komponen atau perubahan bentuk permanen yang tidak dapat diterima;
- menghindari kerusakan sub-konduktor selama kondisi pelayanan tertentu;
- bebas dari tingkat interferensi radio dan korona;
- sesuai untuk keselamatan dan kemudahan pemasangan. Untuk klem yang dibaut dan diikat dirancang harus menahan semua bagian jika dibuka untuk memasang konduktor;
- menjamin bahwa setiap komponen tidak kendur saat pelayanan;
- dapat dipindahkan dan dipasang kembali pada sub-konduktor tanpa merusak spaser atau sub-konduktor;
- menjaga fungsi spaser pada seluruh julat suhu pelayanan;
- menghindari kebisingan.

CATATAN Karakteristik lain yang dikehendaki yang penting bukan merupakan fungsi dasar spaser tetapi memberikan keuntungan kepada pembeli, meliputi:

- verifikasi pemasangan yang tepat dari tanah;
- kemudahan pemasangan dan pemindahan selama saluran yang bertegangan.

4.2 Material

4.2.1 Umum

Spaser harus dibuat dari bahan yang sesuai tujuannya. Kecuali ada persyaratan tambahan bahan harus memenuhi SNI 04-6211-2000.

4.2.2 Bahan bukan logam

Sebagai tambahan SNI 04-6211-2000, konduktivitas dari bermacam-macam komponen bukan logam harus sedemikian sehingga terpasang sempurna.

- beda potensial antara komponen logam tidak menyebabkan kerusakan pada saat peluahan.
- setiap arus yang mengalir diantara sub-konduktor tidak mengakibatkan penurunan mutu bahan spaser.

4.3 Berat, dimensi dan toleransi

Berat spaser dan dimensi yang signifikan, termasuk toleransi yang sesuai harus diperlihatkan pada gambar kontrak.

CATATAN Toleransi berlaku untuk berat dan dimensi harus menjamin spaser cocok dengan persyaratan spesifikasi mekanik dan elektrik.

4.4 Proteksi terhadap karat

Sebagai tambahan persyaratan yang berlaku pada SNI 04-6211-2000, pilin jika menggunakan kawat baja pilin harus diproteksi terhadap karat sesuai dengan IEC 60888.

4.5 Hasil pabrikasi

Spaser harus bebas dari cacat dan ketidakberaturan, seluruh permukaan luas harus halus dan semua pinggiran dan pojok harus tidak tajam.

4.6 Penandaan

Syarat pemasangan tanda sesuai SNI 04-6211-2000 harus digunakan pada seluruh rakitan klem termasuk baut (*breakaway bolts*).

Posisi yang benar dari bagian atas spaser, jika diperlukan juga harus disediakan (sebagai contoh tanda panah ke atas).

4.7 Petunjuk pemasangan

Pemasok harus menyediakan ketengan yang jelas dan lengkap tentang prosedur pemasangan dan jika diperlukan posisi jarak rentang antar spaser. Pemasok harus menyediakan peralatan pemasangan khusus jika diperlukan.

5 Jaminan mutu

Program jaminan mutu dengan mempertimbangkan persyaratan dalam standar ini dapat digunakan dengan kesepakatan bersama antara pembeli dan pemasok untuk menjamin mutu spaser selama proses pabrikasi.

Informasi lengkap yang digunakan untuk jaminan mutu terdapat pada standar ISO seperti: ISO 9000-1 (1); ISO 9001 (2); ISO 9002 (3); ISO 9003 (4) dan ISO 9004-1 (5)².

Hal ini direkomendasikan bahwa perlengkapan uji yang digunakan untuk pemenuhan standar ini harus dipelihara dan dikalibrasikan secara berkala sesuai dengan standar mutu yang relevan.

6 Klasifikasi uji

6.1 Uji jenis

² Gambaran *square brackets* merujuk pada daftar pustaka

6.1.1 Umum

Uji jenis diperlukan untuk menentukan karakteristik desain. Pengujian biasanya dilakukan hanya sekali dan diulang saat desain berubah atau jika bahan spaser diganti. Hasil dari uji jenis dicatat sebagai bukti untuk pemenuhan persyaratan desain.

6.1.2 Penerapan

Spaser harus dikenakan uji jenis seperti ditunjukkan pada tabel 1. Setiap uji jenis harus dilakukan pada tiga benda uji yang identik, yang mewakili keseluruhan spaser sesuai kontrak dengan pembeli. Ketiga benda uji harus lulus uji.

Spaser yang digunakan selama pengujian dan tidak mengalami kerusakan baik unit maupun komponennya dapat digunakan dalam pengujian berikutnya.

CATATAN Unit yang dikenakan untuk uji jenis dapat berupa spaser lengkap atau komponen dari spaser yang patut untuk diuji.

6.2 Uji contoh

6.2.1 Umum

Uji contoh yang dipersyaratkan untuk menjamin spaser memenuhi spesifikasi unjuk kerja untuk contoh uji jenis. Dapat ditambahkan ini dilakukan sebagai jaminan kualitas bahan dan pengerjaannya.

6.2.2 Penerapan

Spaser harus dikenakan uji contoh seperti ditunjukkan pada tabel 1. Contoh yang akan diuji harus dipilih secara acak dari sekumpulan contoh yang tersedia. Pembeli berhak memilih.

Spaser yang digunakan selama pengujian dan tidak rusak pada unit maupun komponennya dapat digunakan dalam pengujian berikutnya.

CATATAN Unit yang dimaksudkan sebagai contoh uji dapat berupa spaser lengkap atau komponen spaser sesuai keperluan uji.

6.2.3 Kriteria pengambilan contoh dan serah terima

Prosedur pengambilan contoh sesuai ISO 2859-1 dan ISO 2859-2 (pemeriksaan atribut) dan ISO 3951 (pemeriksaan variabel) dan prosedur rinci (tingkat pemeriksaan) AQL, pengambilan contoh tunggal, ganda atau berulang kali) harus disepakati antara pembeli dan pemasok untuk setiap atribut dan variabel yang berbeda.

CATATAN Pemeriksaan contoh berdasarkan variabel adalah prosedur penarikan contoh serah terima yang digunakan sebagai pengganti pemeriksaan atribut jika lebih sesuai mengukur beberapa tingkat berlanjut dari karakteristik yang diamati. Dalam hal pengujian beban yang gagal dan pengujian yang serupa mahal, tersedia pemisahan yang lebih baik antara mutu yang diterima dan mutu obyektif dengan penarikan contoh atribut untuk contoh uji yang sama ukurannya.

Tujuan proses pengambilan contoh dapat menjadi penting dalam pemilihan antara pola variabel dan atribut. Misalnya pelanggan dapat memilih untuk menggunakan pola penarikan contoh serah terima atribut untuk memastikan bahwa bagian-bagian dalam lot pengapalan berada dalam toleransi dimensi yang dipersyaratkan, pabrik dapat membuat pengukuran dalam pola penarikan contoh variabel dengan dimensi yang sama karena memperhatikan

kecenderungan bertahap atau perubahan yang dapat mempengaruhi kemampuan pengapalan lot yang sesuai AQL.

6.3 Uji rutin

6.3.1 Umum

Uji rutin dimaksudkan untuk membuktikan kesesuaian spaser terhadap persyaratan tertentu dan diberlakukan untuk semua spaser. Pengujian harus tidak merusak spaser.

6.3.2 Kriteria penerapan dan serah terima

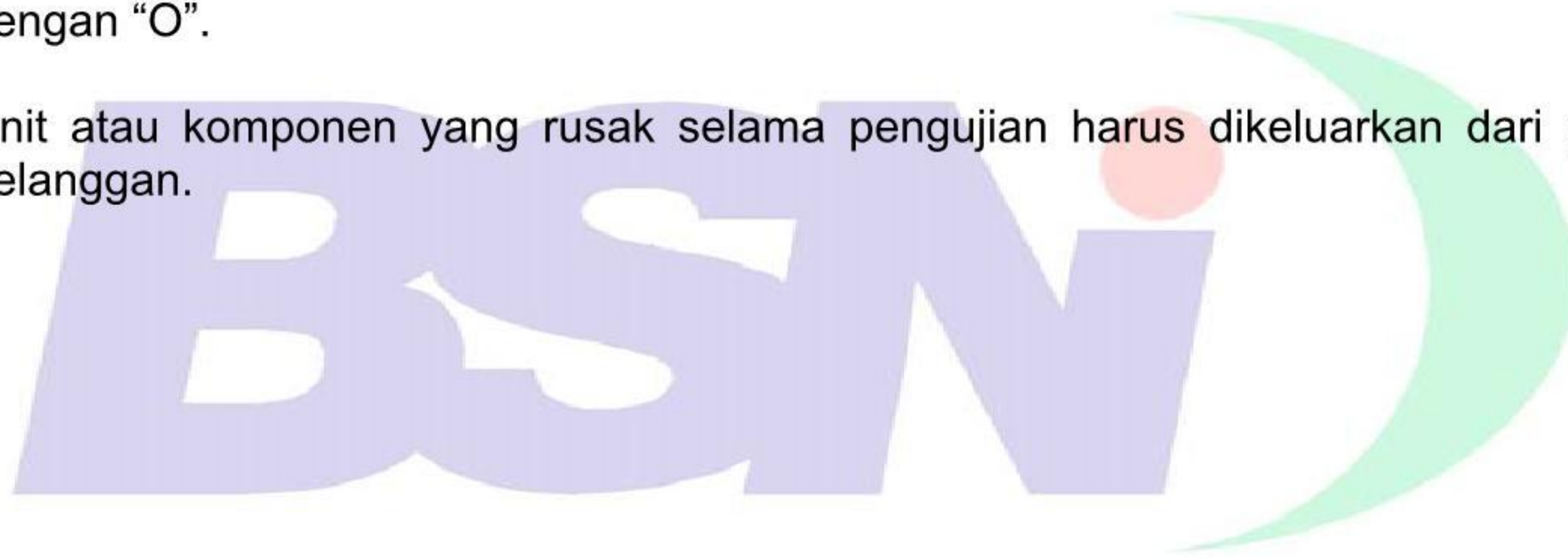
Seluruh lot spaser dapat dikenakan pengujian rutin. Spaser yang tidak sesuai persyaratan harus dibuang.

6.4 Tabel uji yang diterapkan

Tabel 1 menunjukkan pengujian yang harus dilaksanakan. Ini ditandai dengan "X" pada tabel.

Tetapi, pembeli boleh menetapkan pengujian tambahan yang ada dalam tabel dan menandai dengan "O".

Unit atau komponen yang rusak selama pengujian harus dikeluarkan dari pengiriman ke pelanggan.



Tabel 1 Pengujian pada spaser

Pasal	Pengujian	Spaser damper			Spaser fleksibel			Spaser kaku		
		Uji jenis	Uji Sampel	Uji rutin	Uji jenis	Uji sampel	Uji rutin	Uji jenis	Uji sampel	Uji rutin
7.1	Pemeriksaan visual	X	X	O	X	X	O	X	X	O
7.2	Verifikasi dimensi, bahan dan masa	X	X	O	X	X	O	X	X	O
7.3	Uji pelindung kawat	X ¹⁾	X ¹⁾		X ¹⁾	X ¹⁾		X ¹⁾	X ¹⁾	
7.4	Uji tidak merusak	O	O	O	O	O	O	O	O	O
7.5	Uji mekanik									
7.5.1	- uji selip klem	X	O		X	O		X	O	
7.5.2	- Uji baut tahan patah	X	X		X	X		X	X	
7.5.3	- Uji pengetatan baut klem	X	X		X	X		X	X	
7.5.4	- Uji arus hubung pendek simulasi dan uji kompresi dan tarikan	X	O		X	O		X	O	
7.5.5	- Karakteristik sifat elastis dan meredam	X	O		O	O				
7.5.6	- Uji fleksibilitas	X	O		X	O				
7.5.7	- Uji kelelahan	X			O					
7.6	Uji karakteristik elastomer	X	O		X ¹⁾	O ¹⁾				
7.7	Uji listrik									
	- uji korona dan uji pengaruh rambatan tegangan radio	X			X			X		
	- uji resistans listrik	X	O		X ¹⁾	O ¹⁾		O ¹⁾		
7.8	Verifikasi sifat getaran dari sistem bundel dan spaser									
	- getar karena udara	O			O ²⁾					
	- osilasi diantara gawang	O			O					
1) Jika diterapkan 2) Jika digabung dengan peredam getar										
CATATAN Penyedia sebaiknya menentukan dalam tender rencana kualitas, atau dalam dokumen tender lain, dengan pengujian yang sudah lengkap (misalnya: uji jenis) dan uji yang dilakukan (sampel atau uji rutin) dimasukkan dalam tender, menjadi hal yang disetujui atau adanya perubahan yang dilakukan oleh peminta.										

7 Metode uji

7.1 Pemeriksaan visual

Uji jenis harus mencakup pemeriksaan visual untuk memastikan kesesuaian spaser, pada bagian-bagian yang penting, terhadap gambar pabrikasi atau kontrak. Penyimpangan terhadap gambar harus mendapat pengesahan dari pembeli dan harus terdokumentasi dengan baik sebagai suatu kesepakatan.

Pengujian contoh uji, dan apabila diperlukan uji rutin, harus mencakup pemeriksaan visual untuk memastikan kesesuaian antara proses pabrikasi, bentuk, lapisan dan penghalusan permukaan spaser dengan gambar kontrak. Perhatian khusus perlu diberikan pada penandaan yang diperlukan dan pada penghalusan permukaan yang bersentuhan dengan penghantar.

Prosedur pengujian contoh uji dan kriteria serah terima harus disepakati antara pembeli dan pemasok.

Untuk spaser yang melalui uji jenis korona, pengujian contoh uji harus mencakup suatu perbandingan dari bentuk dan kehalusan permukaan dengan salah satu contoh uji jenis korona yang ditetapkan atau disetujui pembeli.

7.2 Verifikasi dimensi, bahan dan berat

Uji jenis, uji contoh uji dan apabila diperlukan uji rutin, harus mencakup verifikasi dimensi untuk memastikan bahwa spaser masih dalam toleransi ukuran yang dinyatakan di dalam gambar kontrak. Pembeli dapat memilih untuk menyaksikan pengukuran dimensi tertentu atau memeriksa dokumentasi pemasok apabila tersedia.

Uji jenis, uji contoh uji dan apabila diperlukan uji rutin, harus mencakup verifikasi bahan untuk memastikan telah sesuai dengan gambar dan dokumen kontrak. Verifikasi ini biasanya harus dilaksanakan oleh pembeli ketika memeriksa dokumentasi pemasok yang berkaitan dengan spesifikasi bahan, sertifikat kesesuaian bahan atau dokumentasi mutu lainnya.

Berat total dari spaser lengkap dengan komponennya harus memenuhi berat yang ditunjukkan di dalam gambar kontrak (dalam toleransi yang diberikan).

7.3 Uji perlindungan korona

7.3.1 Komponen tergalvanisasi celup panas (selain kawat baja pilin tergalvanisasi)

Komponen tergalvanisasi celup panas, selain kawat baja pilin tergalvanisasi, harus diuji mengikuti persyaratan di dalam ISO 1461.

Ketebalan lapisan harus sesuai dengan tabel 2 dan 3 kecuali disetujui lain oleh pembeli dan pemasok. Namun demikian, untuk keperluan standar ini, tabel 2 dan 3 ISO 1461 harus berlaku pada kelompok barang berikut ini (dan bukan pada kelompok yang ditetapkan di dalam ISO 1461).

Tabel 2: Ketebalan lapisan pada semua contoh uji, kecuali:

- cincin pengencang;
- komponen ulir;
- semua bagian kecil yang diputar (luas permukaan < 1000 mm²).

Tabel 3: Ketebalan lapisan pada semua contoh uji, kecuali:

- cincin pengencang;
- komponen ulir;
- semua bagian kecil yang diputar (luas permukaan $< 1000 \text{ mm}^2$).

7.3.2. Komponen besi dilindungi dari karat dengan metode selain galvanisasi celup panas

Komponen besi yang dilindungi dari karat dengan metode selain galvanisasi celup panas harus diuji sesuai dengan persyaratan pada standar IEC/ISO yang relevan, disepakati antara pembeli dan pemasok.

7.3.3 Kawat baja digalvanisasi dipilin

Kawat baja digalvanis harus diuji sesuai dengan persyaratan yang ditentukan dalam IEC 60888.

7.3.4 Karat yang disebabkan oleh komponen bukan logam

Dengan kesepakatan antara pembeli dan pemasok, bukti dari kesesuaian antara elastomer dan konduktor atau komponen spacer harus dibuktikan melalui uji karat atau sesuai pengalaman pelayanan yang sesuai. Kemungkinan lain, dan yang lebih cocok dapat menentukan untuk setiap bagian rakitan yang terdiri dari elastomer, tahanan listrik dengan julat yang tertentu, hantaran muatan listrik tetapi meminimalkan galvanisasi.

CATATAN Komponen bukan logam, terutama elemen elastomerik yang mendudukan klem spacer atau adanya kelenturan dan kelembaban dalam sebuah pelembab spacer. Umumnya listrik untuk mencegah masalah yang mungkin timbul dari pengisian kapasitif pada lengan atau bodi dari spacer. Karbon sering digunakan dalam perumusan elastomer, keduanya mencapai kekakuan dan kelembaban yang diinginkan, dan memberikan konduktivitas listrik. Tetapi karbon kontak dengan aluminium dapat berperan bagi korosi galvanis keras. Unsur lain komponen bukan logam, seperti klorida, sulfur bebas, dan lain-lain. Dapat juga mempengaruhi pengaruh korosi.

7.4 Uji tak merusak

Pembeli harus menetapkan atau menyetujui metode uji yang relevan (ISO atau lain) dan kriteria serah terima. Contoh uji tak merusak sebagai berikut:

- uji magnet;
- uji arus pusar;
- uji radiografi;
- uji ultrasonik;
- uji ketahanan beban;
- uji tahan tembus;
- uji kekerasan.

7.5 Uji mekanis

7.5.1 Uji klem pleset (*Clamp slip tests*)

Pengujian harus dilakukan dengan menggunakan jenis konduktor yang akan memakai klem tersebut. Konduktor harus "seperti baru", antara lain bebas kerusakan. Panjang minimum konduktor yang diuji diantara terminal penjepit harus 4 meter, dengan pengecualian uji

sesuai pasal 7.5.1.2B. Konduktor harus ditegangkan sampai 20% dari kuat tarik tanda pengenalnya.

Pada setiap pengujian klem harus dipasang pada bagian konduktor yang belum diuji.

Pencegahan dilakukan untuk menghindari terjadinya pemekaran konduktor.

Klem harus diuji secara tersendiri. Klem harus dipasang sesuai dengan petunjuk pemasok. Dalam hal baut patah, maka torsi pemasangan harus sama dengan nilai yang direncanakan dikurangi nilai toleransi yang disepakati antara pembeli dan pemasok (lihat pasal 7.5.3).

CATATAN Jika digunakan konduktor lain, panjang konduktor dan besar regangan harus disepakati antara pembeli dan pemasok.

7.5.1.1 Uji selip memanjang

- A). Dengan menggunakan gawai yang sesuai (lihat Gambar 1A), suatu beban koaksial pada konduktor harus dikenakan pada klem.
Beban dinaikkan perlahan (tidak melebihi 100 N/detik) sampai tercapai nilai selip minimum yang telah ditetapkan. Beban dijaga tetap selama 60 detik. Kemudian beban dinaikkan perlahan sampai terjadi selip pada klem. Besar beban selip harus dicatat. Untuk klem dengan permukaan logam, selip harus dianggap terjadi ketika terjadi pergeseran klem pada konduktor sejauh 1,0 mm (dengan pengukuran).

CATATAN Nilai berikut untuk klemudukan-karet dan klem batang-ulir diberikan sebagai acuan:

- klemudukan-karet: 2,5 mm
- klem batang-ulir: 12,0 mm

- Kriteria serah terima

Tidak boleh terjadi selip pada atau di bawah nilai minimum yang ditetapkan. Jika persyaratan selip minimum dan maksimum ditentukan, selip harus terjadi diantara kedua nilai tersebut. Pemipihan permukaan pilinan luar konduktor dapat diterima.

- B). Pilihan lain pengaturan pengujian yang mengevaluasi unjuk kerja seluruh rakitan spacer pada simulasi kondisi konduktor putus, juga klem selip, ditunjukkan pada Gambar 1.b.

CATATAN Pengaruh pengujian dengan kedua cara A) dan B) adalah tidak sama.

Untuk konduktor bundel dengan N sub-konduktor, sub-konduktor sejumlah N-1 harus diregangkan. Suatu spacer harus dipasang pada sub-konduktor dan gaya memanjang sub-konduktor yang tidak diregangkan.

Beban harus dinaikkan perlahan (tidak melebihi 100 N/detik) sampai tercapai nilai selip minimum yang telah ditetapkan. Beban dijaga tetap selama 60 detik. Kemudian beban dinaikkan perlahan sampai selip terjadi pada klem. Besar beban selip harus dicatat.

Untuk klem dengan permukaan logam, selip harus dianggap terjadi ketika klem pada konduktor bergeser sejauh 1,0 mm.

CATATAN Nilai berikut untuk klem dudukan-karet dan klem batang-ulir diberikan sebagai acuan:

- klem dudukan-karet: 2,5 m
- klem batang-ulir: 12,0 mm

- Kriteria serah terima

Gaya selip pada sub-konduktor atau beban gagal pada spaser tidak boleh lebih kecil dari nilai minimum yang telah ditetapkan. Sebagai tambahan jika ditetapkan pembeli, pergeseran memanjang dari konduktor yang tidak diregangkan terhadap posisi awalnya harus lebih besar dari nilai minimum yang ditentukan pada saat terjadi selip.

7.5.1.2 Uji selip puntir

- A) Torsi (lihat gambar 2a) harus dikenakan pada klem dengan maksud untuk memutarnya terhadap sumbu konduktor. Torsi dinaikkan perlahan hingga mencapai torsi selip minimum yang ditentukan. Torsi ini harus dijaga konstan selama 60 detik. Kemudian torsi dinaikkan perlahan hingga terjadi selip pada klem. Nilai torsi selip ini harus dicatat.

Pengujian ini harus dilaksanakan dengan mengenakan torsi searah dengan pilinan konduktor terluar. Uji ini harus diulang dengan mengenakan torsi dalam arah berlawanan.

Selip klem harus dianggap terjadi ketika nilai selip lebih besar dari diameter satu pilin setelah pelepasan beban.

- Kriteria serah terima

Tidak boleh terjadi selip pada atau di bawah nilai minimum yang ditetapkan.

- B) Susunan pengujian lain ditunjukkan pada gambar 2b.

Konduktor dengan panjang L sama dengan rata-rata sub-jarak rentang yang dihubungkan spaser yang diuji harus diregangkan sampai 20% dari kuat tarik pengenalnya. Spaser harus dipasang pada pertengahan konduktor yang diuji ($l_1 = l_2 = L/2$). Kemudian regangan pada konduktor uji harus dinaikkan 40% dari kuat tarik pengenalnya. Spaser harus diputar di sekitar sumbu konduktor sampai sudut θ tertentu atau menurut yang disetujui pembeli.

Pengujian ini harus dilaksanakan dengan mengenakan torsi searah dengan pilinan konduktor terluar. Uji ini harus diulang dengan mengenakan torsi dalam arah berlawanan.

CATATAN Uji boleh dilaksanakan pada panjang yang tidak sama yaitu l_1 dan l_2 . Dalam hal ini besar sudut rotasi direkomendasikan adalah:

$$\gamma = (4 \gamma_l / L) \left(\frac{l_1 \times l_2}{l_1 + l_2} \right)$$

Selip klem harus dianggap terjadi ketika nilai selip lebih besar dari diameter satu pilin setelah pelepasan beban.

- Kriteria serah terima

Tidak boleh terjadi selip pada atau di bawah sudut γ

7.5.2 Uji baut *breakaway*

Jika digunakan baut *breakaway* harus diuji dengan penambahan torsi pada bagian baut *breakaway* hingga baut tersebut *breakaway*.

Torsi *breakaway* harus dicatat. Torsi *breakaway* ini harus dalam toleransi yang disetujui antara pembeli dan pemasok.

7.5.3 Uji pengencangan baut klem

Pengujian ini harus dilaksanakan dengan memasang klem pada penghantar yang diameternya dimaksudkan untuk dipasang dengan klem ini. Baut atau mur harus dikencangkan sampai 10% di atas torsi pemasangan yang ditetapkan. Pada klem dengan baut *breakaway*, maka bagian *breakaway* pada kepala bautnya harus dilepas dulu sebelum pengujian, kemudian klem dikencangkan dengan torsi yang ditetapkan ditambah toleransi yang disepakati. Hubungan berulir harus tetap berfungsi untuk sejumlah pemasangan dan penglepasan yang berurutan, dan setiap komponen klem harus tidak rusak. Kerusakan yang tidak dapat diterima harus tidak terjadi pada penghantar di dalam klem. Kerusakan yang tidak dapat diterima harus disepakati antara pembeli dan pemasok.

Akhirnya, torsi harus dinaikkan sampai dengan (pilih nilai terendah di antara kedua cara berikut) dua kali torsi pemasangan yang ditetapkan atau sampai dengan nilai torsi maksimum yang direkomendasikan oleh pemasok baut. Kenaikan ini harus tidak menghasilkan ausnya bagian-bagian berulir atau komponen lainnya.

7.5.4 Uji arus hubung singkat simulasi dan uji pampat dan regang

Maksud dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa spaser dapat menahan, tanpa kegagalan atau perubahan bentuk yang permanen, beban pampat dan regang yang dapat terjadi selama pelayanan. Pembeli dapat menetapkan atau menyepakati salah satu dari pengujian berikut, atau gabungannya.

CATATAN Akibat dari pengenaan beban pada pengujian berbeda, atau gabungan pengujian, tidak perlu sama.

7.5.4.1 Uji hubung singkat simulasi

Peranti yang harus digunakan adalah yang memadai (lihat gambar 3) untuk dapat memberikan gaya pampat (mengarah ke pusat berkas konduktor) dan gaji regang (menjauhi pusat berkas konduktor) pada seluruh klem spaser secara bersamaan.

- Pemampatan

Gaya pampat harus dinaikkan secara bertahap hingga nilai yang ditetapkan. Pada nilai ini, gaya dipertahankan selama 60 detik kemudian dilepas. Pengujian harus dilakukan dua kali, yang pertama dengan spaser pada posisi normalnya dan yang kedua dengan klem digeser searah panjang konduktor pada jarak yang disepakati, jarak ini mengacu pada klem lainnya.

Nilai gaya pampat yang ditetapkan di atas dapat dihitung menggunakan rumus yang diberikan pada lampiran B kecuali suatu nilai yang berbeda telah disepakati oleh pembeli dan pemasok.

- Regangan

Gaya regang harus diterapkan setelah gaya mampat. Gaya ini harus dinaikkan secara bertahap hingga nilai yang ditetapkan yang kemudian dipertahankan selama 60 detik. Nilai gaya regang harus diambil 50% dari gaya tekan yang terkait, kecuali nilai yang berbeda telah disepakati antara pembeli dan pemasok.

- Kriteria serah terima

Setelah pengujian,

- Klem spacer harus bisa dikembalikan ke posisi desainnya dengan hanya menggunakan tekanan tangan ringan.
- Kalau perlu, spacer dapat diperiksa dengan melepas. Harus sudah ada perubahan bentuk dan kerusakan yang akan mempengaruhi efisiensi spacer atau fungsinya yang menjaga jarak budel tetap normal.

7.5.4.2 Uji kompresi dan tarikan

Perakitan spacer harus dipasang pada gawai yang sesuai (lihat gambar 4) yang dapat diterapkan gaya kompresi dan tarikan antara tiap pasang klem yang berurutan.

Jika digunakan baut klem harus dieratkan sampai torsi pemasangan tertentu.

Untuk setiap pasangan klem yang berurutan gaya kompresi harus diterapkan. Gaya harus dinaikkan bertahap sampai mencapai nilai tertentu dan harus dijaga selama 60 detik. Kemudian gaya kompresi harus dihilangkan dan gaya tarik diterapkan ke pasangan klem yang sama dan dipertahankan selama 60 detik pada nilai tertentu.

Besarnya gaya kompresi dan gaya tarikan yang diterapkan harus disepakati antara pembeli dan pemasok.

- Kriteria serah terima

Setelah pengujian,

- Klem spacer harus bisa dikembalikan ke posisi desainnya dengan hanya menggunakan tekanan tangan ringan.
- Kalau perlu, spacer dapat diperiksa dengan melepas. Harus sudah ada perubahan bentuk dan kerusakan yang akan mempengaruhi efisiensi spacer atau fungsinya yang menjaga jarak budel tetap normal.

7.5.5 Karakterisasi sifat elastis dan redaman

Pengujian yang menetapkan sifat elastis dan redaman dari peredam spacer harus dibuat sesuai dengan satu atau lebih metoda berikut, sebagaimana ditentukan atau disepakati pembeli.

CATATAN 1 Nilai kekakuan dan redaman tidak memberikan konfirmasi langsung atas unjuk kerja peredam spacer yang dipasang pada bundel konduktor, tetapi dapat digunakan dalam model analitik yang digunakan untuk memberikan indikasi unjuk kerja terutama yang berkaitan dengan vibrasi aeolian.

CATATAN 2 Nilai kekakuan dan redaman yang ditentukan dalam uji jenis dapat digunakan untuk menetapkan kriteria serah terima contoh uji sebagaimana ditentukan atau disepakati oleh pembeli.

CATATAN 3 Karakteristik elastis dan redaman yang ditentukan dalam pengujian berikut yang berbeda tidak sama.

A). Metoda kekakuan redaman

Kerangka spaser harus dipasang dengan teguh dan tabung kaku atau batang harus ditahan dengan aman dalam satu klem spaser. Tabung/batang harus diayun (lihat lampiran C) sehingga sudut penyimpangan lengan spaser dari posisi tidak dibebani mengikuti sinusoidal, yaitu:

$$\varphi = \varnothing \sin \omega t$$

φ = sudut penyimpangan

\varnothing = nilai puncak penyimpangan yang dipilih untuk pengukuran

Gaya puncak F yang diperlukan untuk menggetarkan lengan spaser sampai pengukuran sudut $\pm \varnothing$ harus ditentukan (diukur mendekati 90° terhadap sumbu lengan dalam bidang spaser melalui pusat klem).

Sudut fase α , antara gaya dan sudut penyimpangan lengan juga harus ditentukan.

Jika diperlukan goyangan lengan harus dijaga selama perioda cukup panjang untuk seimbangnnya suhu elemen klem sebelum pengukuran F dan α .

Sudut α dapat diukur langsung dengan membandingkan gaya dan sudut lengan bentuk gelombang. Juga dapat ditentukan secara tidak langsung dengan mengukur luar lingkaran histerisis yang dibentuk dengan memperlihatkan gaya dan sudut penyimpangan lengan dalam bentuk X-Y. Dalam hal ini α dapat dihitung sebagai berikut:

$$\alpha = \arcsin [E / (F / \pi \varnothing)]$$

dengan:

α = sudut fase antara penyimpangan lengan dan gaya (rad);

E = luas momen/lingkaran penyimpangan sudut (J);

F = gaya puncak (N);

l = panjang lengan yang diukur antara pusat klem dan titik poros rangka/lengan;

\varnothing = penyimpangan lengan puncak (rad).

Pengujian harus dilakukan pada frekuensi antara 1 Hz dan 2 Hz dengan penyimpangan puncak ke puncak sama dengan diameter konduktor untuk mana klem akan digunakan.

CATATAN Pengujian pada bermacam frekuensi dan/atau penyimpangan dapat digunakan untuk karakterisasi spaser peredam untuk program komputer.

Dari pengukuran F dan α , torsi kekakuan K_t dan konstanta peredaman H_t harus dihitung sebagai berikut:

$$K_t = (F \times l \times \cos \alpha) / \Phi \quad (\text{Nm/rad})$$

$$H_t = K_t \times \tan \alpha \quad (\text{Nm/rad})$$

- Kriteria serah terima
 - Torsi kekakuan K_t harus tidak berbeda lebih dari $\pm 20\%$ dari nilai yang dinyatakan pemasok dan tertera dalam gambar kontrak.
 - Perbandingan H_t/K_t harus tidak lebih rendah dari 20% nilai yang dinyatakan pemasok dan tertera dalam gambar kontrak.

B) Metoda Kekakuan

Sesudah ditahan pada suhu acuan uji $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ selama paling sedikit 3 jam, kekakuan horizontal spacer harus ditentukan dengan cara berikut:

- spacer harus ditahan (lebih disukai dalam lingkungan kerja) oleh dua klem berdampingan yang dipasang horizontal yang bebas berputar;
- satu batang harus ditahan pada posisi tertentu dan gaya yang diterapkan pada batang lain secukupnya untuk menggerakkan lengan klem sampai batas tarikan, yaitu jarak yang harus dinaikkan dari X_{nom} ke X_{mak} yang harus dicatat;
- hal diatas harus diulangi untuk lengan dengan kompresi untuk X_{min} yang harus dicatat;
- Jarak X_t dan X_e kemudian harus ditentukan dengan:
 - $X_t = X_{\text{nom}}^4 \cdot 0,9 (X_{\text{mak}} - X_{\text{nom}})$
 - $X_e = X_{\text{nom}}^4 \cdot 0,9 (X_{\text{nom}} - X_{\text{min}})$
- Lengan spacer kemudian harus digerakkan dalam siklus berikut:
 - dimulai dengan X_{nom} jarak harus ditingkatkan menjadi X_t pada kecepatan yang seragam antara 50 mm/menit dan 100 mm/menit;
 - jarak harus ditahan pada X_t dan sesudah 60 detik, gaya F_t yang diperlukan untuk menahan jarak ini harus dicatat;
 - jarak kemudian diturunkan dengan kecepatan yang seragam antara 20 mm/menit dan 50 mm/menit hingga jarak kembali menjadi sama dengan X_{nom} ;
 - sesudah menahan jarak X_{nom} antara 0 detik dan 20 detik, jarak harus dikurangi sampai X_e pada kecepatan yang seragam antara 50 mm/menit dan 100 mm/menit;
 - jarak harus dijaga pada X_e dan sesudah 60 detik gaya F_e yang diperlukan untuk menahan jarak ini harus dicatat;
 - kekakuan kemudian harus ditentukan sebagai $(F_t + F_e) / (X_t - X_e)$.

CATATAN Untuk menggambarkan hal diatas, anggap pengujian dilakukan pada spacer kembar 400 mm yang mempunyai stopan pada jarak 420 mm dan 370 mm. Kemudian perlu untuk mencatat gaya tarik $F_t(\text{N})$ yang diperlukan untuk menjaga jarak 418 mm dan gaya tekan $F_e(\text{N})$ yang diperlukan untuk menjaga jarak 373 mm. Kekakuan kemudian akan menjadi $(F_t + F_e) / 45$ (N/mm).

- Kriteria serah terima

Kekakuan harus tidak berbeda lebih dari $\pm 20\%$ dari nilai yang dinyatakan pemasok dan tertera dalam gambar kontrak.

C) Metode Percobaan

Karakteristik peredaman harus ditentukan sebagai berikut:

Spaser harus dipasang dengan teguh dan pemberat harus ditambahkan pada satu lengan sehingga frekuensi alami getaran berada antara 1 Hz dan 2 Hz. Kemudian lengan dipindahkan pada satu ujung dan sesudah 1 menit, secara tiba-tiba dilepaskan. Gerakan lengan harus dicatat paling sedikit pada dua siklus penuh. Jika ayunan mula (dari posisi start sampai penyimpangan maksimum dalam arah berbeda) ialah Y_1 dan ayunan berikutnya (puncak ke puncak) adalah Y_2, Y_3, Y_4 maka pengurangan log harus diambil sama dengan:

$$\text{Ln} \left[\frac{1}{2} \left[\frac{Y_1}{Y_3} + \frac{Y_2}{Y_4} \right] \right]$$

CATATAN Definisi ini berbeda dari $(\ln[A_0/A_n]/n)$ yang konvensional tetapi kurang pekaterhadap kesalahan pengukuran dan tidak memerlukan posisi penyimpangan nol untuk ditentukan.

- Kriteria serah terima

Penurunan log harus tidak berbeda lebih dari $\pm 20\%$ dari nilai yang dinyatakan pemasok dan tertera dalam gambar kontrak.

7.5.6 Uji kelenturan

Maksud pengujian ini adalah untuk meyakinkan dan membuktikan bahwa peredam spaser atau spaser lentur akan mengakomodasi setiap gerakan relatif yang diharapkan atau penyimpangan subkonduktor, selama umur pelayanan normal dari jaringan, tanpa kerusakan pada konduktor atau spaser.

Nilai penyimpangan yang digunakan untuk pengujian harus disepakati antara pembeli dan pemasok.

Spaser harus dipasang pada panjang tertentu dan subkonduktor bundel tertentu yang diregangkan sampai 20% dari kuat tarik pengenalnya, dengan mengencangkan baut klem sampai torsi pemasangan yang ditentukan. Sebagai alternatif, spaser dapat dipasang pada batang atau tabung dengan ukuran yang sesuai.

Pergeseran berikut harus diterapkan:

- Pergeseran memanjang (lihat gambar 5): gerakan horizontal, memanjang, sejajar dari satu subkonduktor relatif terhadap yang lainnya seperti diukur oleh simpangan sumbu panjang vertikal dari spaser dari posisi normalnya terhadap konduktor;
- Pergeseran vertikal (lihat gambar 6): gerakan vertikal dari satu subkonduktor relatif terhadap yang lainnya seperti diukur oleh simpangan vertikal dari sumbu horizontal spaser pada posisi normal terhadap konduktor;
- Pergeseran kerucut (lihat gambar 7): gerakan kerucut atau sudut dari klem spaser pada satu subkonduktor seperti diukur secara kerucut sekitar sumbu subkonduktor normal;
- Pergeseran melintang (lihat gambar 8): gerakan relatif duaklem spaser secara horizontal yang diatur tegak lurus terhadap sumbu subkonduktor, seperti diukur oleh kenaikan dan penurunan pemisahan konduktor.

- Kriteria Serah terima

Gerakan atau penyimpangan diatas harus dilaksanakan tanpa gelincir atau kerusakan pada subkonduktor atau spaser, seperti dipantau dengan pemeriksaan visual sesudah dilepasnya spaser.

7.5.7 Uji kelelahan

7.5.7.1 Umum

Pengujian harus dilaksanakan untuk membuktikan kelakuan kelelahan spaser yang dikenai gerakan bolak-balik atau stimulasi getaran (getaran acolian dan osilasi sub-rentangan) yang timbul selama pelayanan.

Kecuali disepakati antara pembeli dan pemasok, dua spaser harus diuji satu untuk osilasi sub-rentangan dan satu untuk getaran acolian.

CATATAN Dalam pengujian berikut persyaratan tambahan dapat disepakati antara pembeli dan pemasok untuk menyesuaikan dengan kondisi pelayanan yang sangat berat.

7.5.7.2 Osilasi sub-rentangan

Spaser harus dipasang pada anjungan uji yang didesain untuk memberikan gaya kompresi / tarik berosilasi pada spaser dengan arah diantara dua klem yang berlawanan.

Kerangka pusat spaser harus tidak bertegangan.

Sebagai alternatif, kerangka spaser harus ditahan pada posisi tetap dan gaya osilasi dikenakan pada satu klem, hampir 90° terhadap sumbu lengan (lihat gambar 9b)

Setiap klem yang diuji harus dipasang pada pipa atau batang kayu yang mempunyai diameter yang sama dengan konduktor yang akan menggantikan spaser. Pengencang klem jika berulir, harus dikencangkan sampai torsi pemasangan tertentu. Pipa atau batang diatas harus dihubungkan pada mekanisme penggeraknya.

Pengujian harus dilaksanakan dengan satu dari dua cara berikut ini:

- baik dengan pergeseran (puncak-ke-puncak) yang dihasilkan dari pemakaian gaya sinusoidal yang mempunyai nilai puncak-ke-puncak 600 N. Pergeseran harus ditentukan pada saat awal pengujian dan harus dijaga konstan selama pengujian.
- atau dengan pergeseran klem atau putaran lengan sama dengan 90% maksimum yang diperbolehkan oleh spasi spaser.

Pengujian harus dilaksanakan pada frekuensi antara 1 Hz dan 2 Hz untuk sejumlah siklus, yang disepakati antara pembeli dan pemasok.

CATATAN Pengujian dengan melibatkan konduktor sebenarnya sedang dalam pertimbangan.

- Kriteria Serah terima

Pada akhir pengujian, sudut fase α (seperti ditentukan pada 7.5.5 A) dan gaya yang diperlukan untuk menjaga penyimpangan horizontal harus tidak kurang dari 70% nilai awalnya. Harus tidak ada penurunan komponen logam dari spaser, dan torsi pengencangan sisa dari pengencang klem (jika berulir) harus tidak kurang dari 50% nilai aslinya (yaitu setengah torsi pemasangan yang ditentukan).

CATATAN Torsi pengencangan sisa (RTT) diukur dengan kunci torsi yang diterapkan pada baut dan dioperasikan dengan seksama. Nilai RTT dibaca pada meter torsi ketika baut mulai berputar.

7.5.7.3 Getaran Acolian

Pengujian berikut menstimulasikan kelakuan spaser yang ditempatkan pada satu simpul.

Kerangka spaser harus ditetapkan pada posisi sebagaimana pada pelayanan dan klem spaser harus dipasang pada tabung atau batang kayu yang mempunyai diameter yang sama dengan konduktor untuk mana spaser didesain (lihat gambar 10). Pengencangan klem (jika berulir) dikencangkan sampai torsi pemasangan yang ditentukan.

Tabung atau batang harus dihubungkan pada mekanisme penggerak dan harus dikenakan getaran dengan sudut $0,2^\circ$ puncak-ke-puncak, pada bidang vertikal sejajar dengan konduktor, pada frekuensi tetap 20 Hz, untuk 100 juta siklus.

- Kriteria serah terima

Pada akhir pengujian torsi yang diperlukan untuk menjaga sudut yang disepakati harus tidak kurang dari 70% nilai awalnya, harus tidak ada pengunduran komponen logam spaser; dan torsi pengencangan sisa dari pengencang klem (jika berulir) harus tidak kurang dari 50% nilai aslinya (yaitu setengah torsi pemasangan yang ditentukan).

7.6 Pengujian untuk karakteristik elastomer

7.6.1 Umum

Pengujian ini harus dilakukan pada benda uji yang diambil dari komponen elastomerik atau slab uji yang sesuai. Data pengujian ini, bersama nilai garansi pemasok, harus membentuk dasar penerimaan contoh uji selama produksi.

7.6.2 Pengujian

Pengujian dilaporkan dalam tabel 2 harus dilaksanakan. Nilai pengujian harus berada dalam batas garansi pemasok.

Tabel 2 Uji pada elastomer

Uji terekomendasi	Nilai yang dipersyaratkan	Metode uji
Uji suhu ruang <ul style="list-style-type: none"> - Berta jenis dan kerapatan - Sifat fulkanisasi - Kekerasan penopang A - Sifat ketegangan - Kekuatan ketegangan - Perpanjangan terjauh - Modulus pada perpanjangan 100% - Modulus pada perpanjangan 300% - Kompresor selama 70 jam, 20° - Kekenyalan ulang pada 20° - Resistans ozon - Resistans terhadap goresan - Resistans terhadap robekan - Resistans listrik 	<ul style="list-style-type: none"> Julat ditetapkan penyedia Julat ditetapkan penyedia Julat ditetapkan penyedia Penyedia menetapkan nilai minimum Penyedia menetapkan nilai minimum Penyedia menetapkan nilai minimum Penyedia menetapkan nilai minimum Penyedia menetapkan nilai minimum Julat ditetapkan penyedia Memenuhi pasal 7.6.3 Penyedia menetapkan nilai minimum Penyedia menetapkan nilai minimum Julat ditetapkan penyedia 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 1183-ISO 2781 ISO 3417 ISO 868 ISO 37 ISO 37 ISO 37 ISO 37 ISO 37 ISO 815 ISO 4662 ISO 1431-1 ISO 4649 ISO 34-1/34-2 As per 7.7.2
Uji suhu tinggi <ul style="list-style-type: none"> -Kompresi selama 70 jam, 100°C -Kekenyalan ulang pada 100°C -Rembesan air -Perubahan isi -Perubahan berat -Pengkondisian minyak * 72 jam, 70°C -Perubahan isi -Perubahan berat -Perubahan kekerasan -Perubahan kekuatan tegangan -perubahan perpanjangan terjauh -Perubahan oven terbuka, 72 jam, 70°C -Perubahan isi -Perubahan berat -Perubahan kekerasan -Perubahan -kekuatan tegangan 	<ul style="list-style-type: none"> Penyedia menetapkan nilai maksimum Julat ditetapkan penyedia Penyedia menetapkan nilai maksimum Penyedia menetapkan nilai maksimum Penyedia menetapkan nilai maksimum Julat ditetapkan penyedia Julat ditetapkan penyedia Julat ditetapkan pemyedia Julat ditetapkan pemyedia Julat ditetapkan pemyedia Penyedia menetapkan nilai maksimum Penyedia menetapkan nilai maksimum Penyedia menetapkan nilai maksimum Penyedia menetapkan nilai maksimum 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 815 ISO 4662 ISO 1817 ISO 1817 ISO 1817 ISO 1817 ISO 1817 ISO 1817 ISO 1817 ISO 1817 ISO 188 ISO 188 ISO 188 ISO 188
Uji suhu rendah <ul style="list-style-type: none"> -Kerapuhan -Kompresi selama 70 jam, pada suhu terendah pemakai -Kekenyalan ulang pada suhu terendah pemakai -Suhu modulu T 10 	<ul style="list-style-type: none"> Penyedia menetapkan nilai maksimum Penyedia menetapkan nilai maksimum Julat ditetapkan penyedia Julat ditetapkan penyedia 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 812 ISO 815 ISO 4662 ISO 2921
* Uji minyak harus disepakati antara pembeli dan penyedia		

7.6.3 Uji ketahanan terhadap ozon

- Ruang lingkup

Maksud pengujian ini adalah untuk memeriksa resistans elastomer terhadap serangan ozon, yang hadir di atmosfer bumi dan dibangkitkan oleh peluahan listrik di sekitar kabel tegangan tinggi (corona).

- Prosedur pengujian

Ada beberapa prosedur uji yang dicakup standard internasional. Metode uji yang digunakan harus disepakati antara pembeli dan pemasok. Metoda yang direkomendasikan dijelaskan dalam ISO 1431-1, prosedur A, dan parameter berikut direkomendasikan.

Suhu ruang ozon $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$

Konsentrasi ozon (50 ± 5) pp hm (bagian per ratusan juta volume udara)

Waktu terpapar 72 jam

Sepanjang menyangkut contoh uji, ISO 1431-1 (prosedur A) menyatakan keping uji persegi yang tipis diklem pada pemuluran 20%. Sebagai alternatif, pengujian dapat dilakukan pada permukaan komponen elastomer. Komponen elastomer harus diuji pada dudukan logam dan paling sedikit satu diantaranya harus dikenakan pada penyimpangan tarik maksimum yang diperbolehkan oleh desain spaser. Dalam kedua hal, elastomer yang diuji harus dikondisikan selama 48 jam dalam ruang gelap dengan suhu ruangan sebelum ditempatkan dalam ruang ozon.

- Kriteria serah terima

Serangan ozon biasanya terbukti dengan terbentuknya beberapa retakan yang dalam atau sejumlah retakan halus sejajar. Hal itu terjadi tegak lurus pada arah tarikan yang diberikan. Tidak ada retakan terjadi yang terpantau dengan 7x pembesaran pada permukaan contoh uji memanjang atau berubah bentuk seperti diatas.

7.7. Uji Listrik

7.7.1 Uji Corona dan uji tegangan interferensi radio (RIV)

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan pasal 14 IEC 61284.

7.7.2 Uji resistans listrik

Maksud pengujian adalah untuk memeriksa bahwa konduktivitas bermacam komponen sedemikian rupa sehingga beda potensial dan arus yang mengalir tidak menghasilkan pemunduran/pemburukan komponen spaser atau konduktor.

Resistans listrik harus diukur antara tiap pasangan subkonduktor.

Ketika jalur arus konduktif digunakan, karena pertimbangan desain khusus, jalur arus konduktif tidak muncul antara semua pasangan subkonduktor, resistans harus diukur antara dua komponen terjauh yang dihubungkan melalui jalur konduktif.

Metoda yang memadai harus digunakan untuk mengukur resistans.

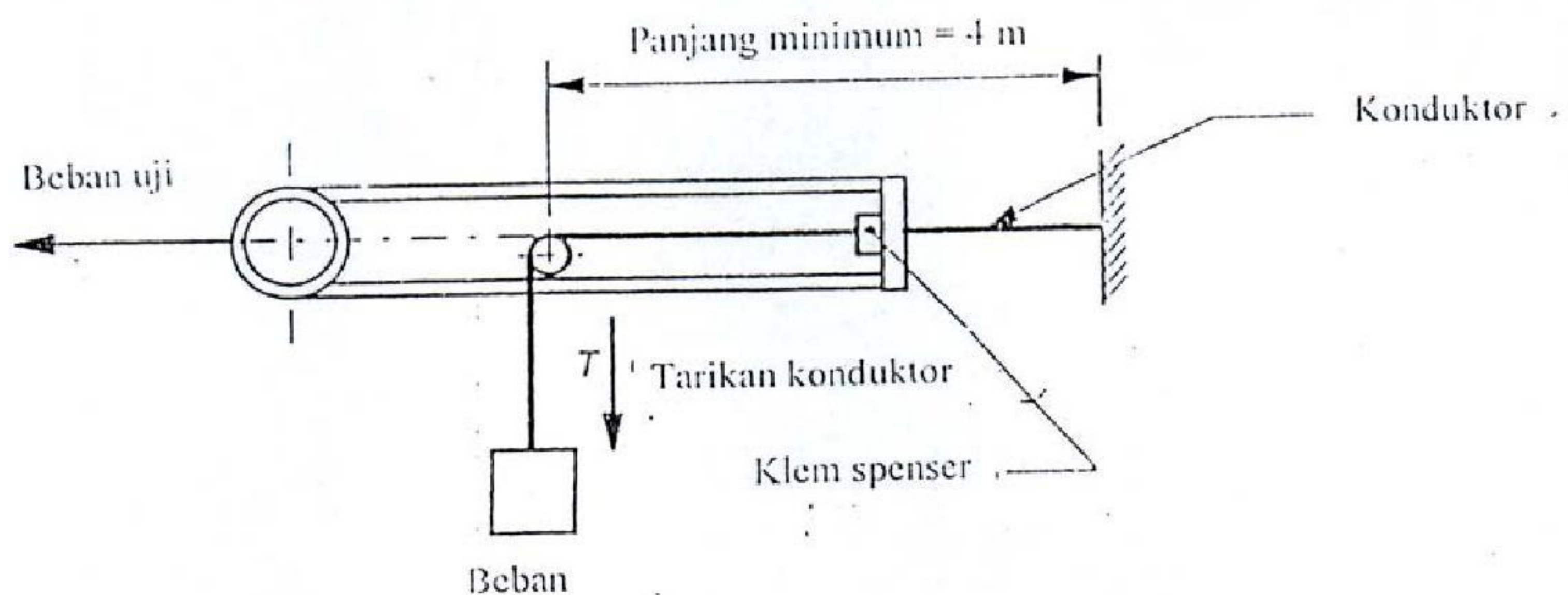
Parameter pengujian dan hasil pengujian harus dicatat.

- Kriteria serah terima

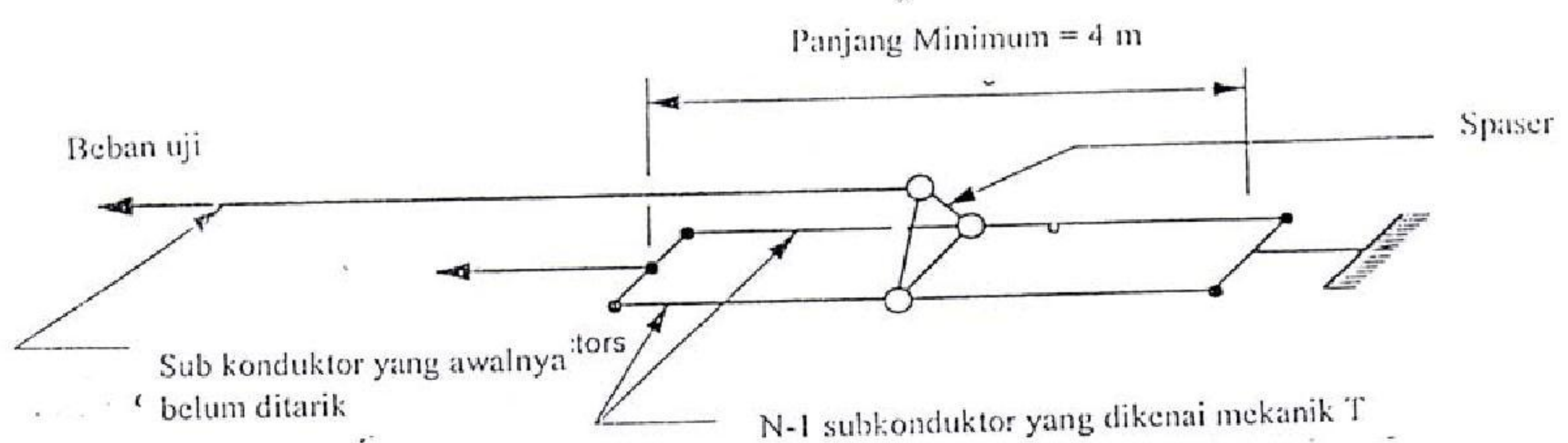
Semua pengukuran resistans listrik yang diperoleh harus berada dalam julat yang disepakati antara pembeli dan pemasok.

7.8 Pemeriksaan kelakuan getaran dari sistem berkas/spaser

Kriteria dan pengujian untuk memeriksa kelakuan sistem spaser berkas dapat disepakati antara pembeli dan pemasok dengan mengikuti saran yang ada pada lampiran D.

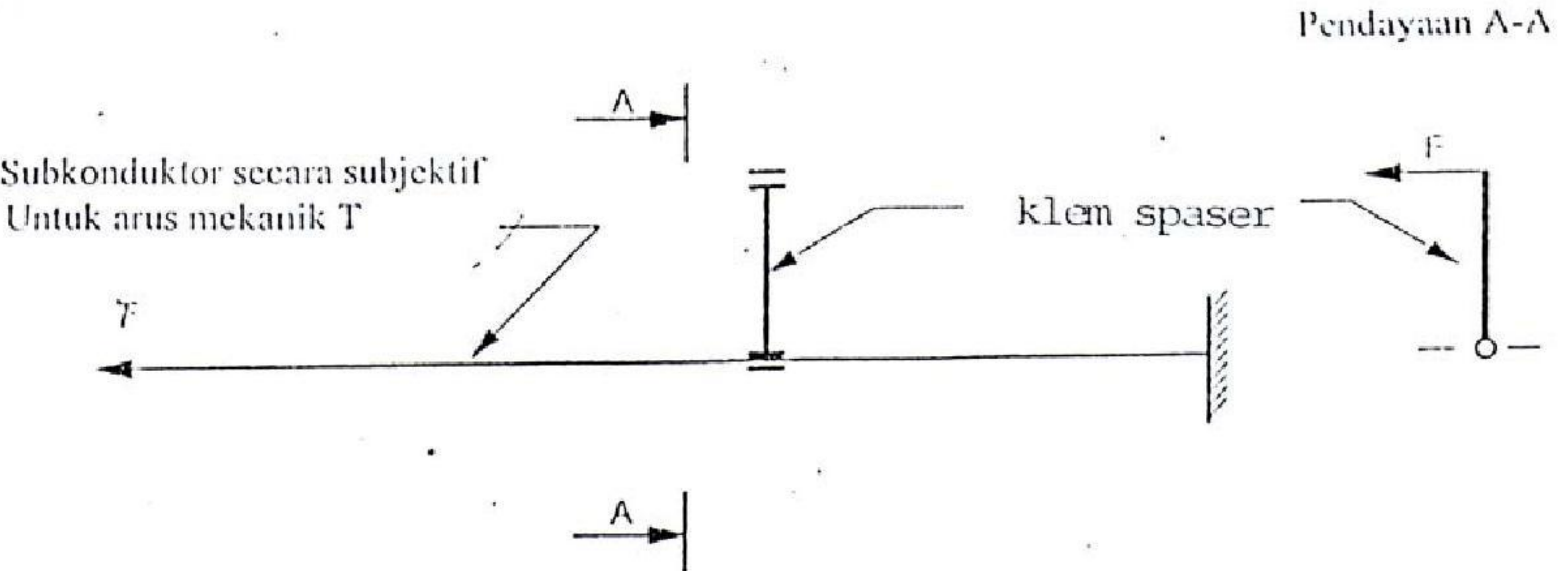


Gambar 1a Metoda A

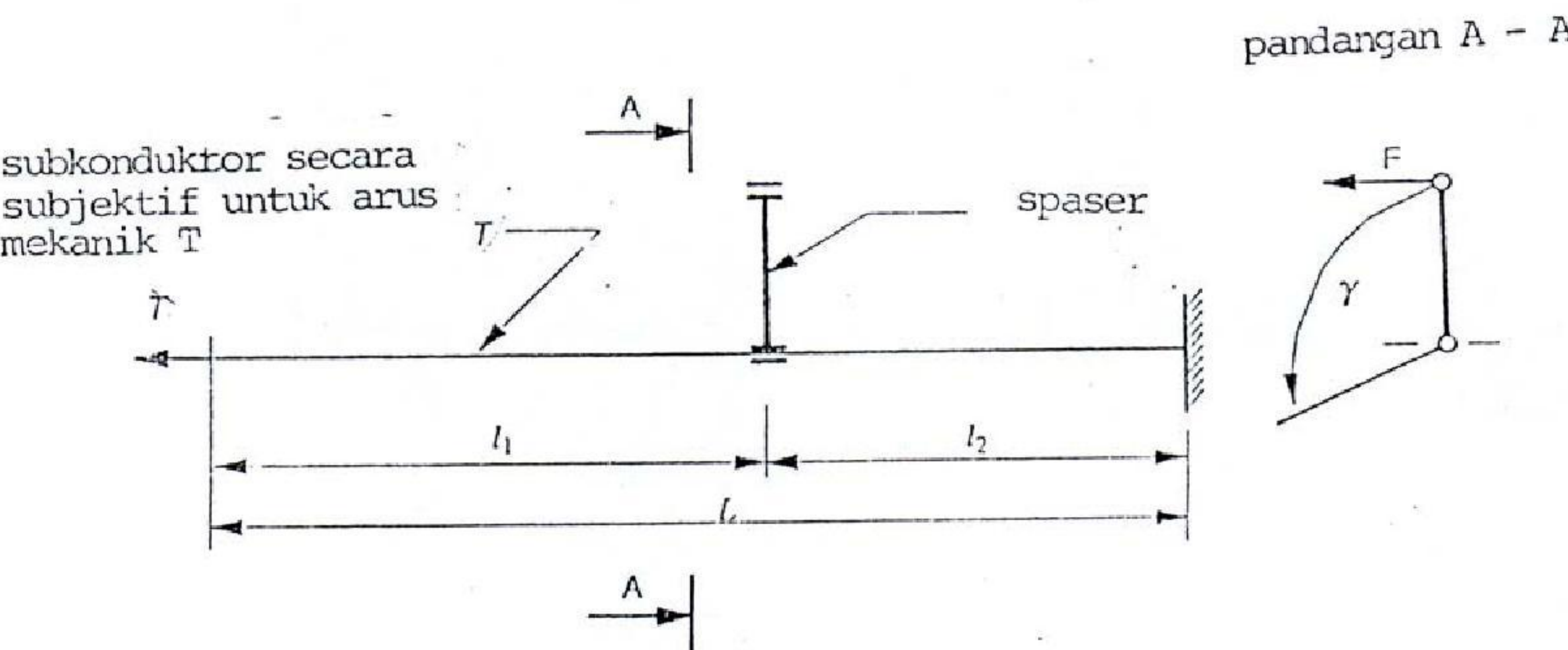


Gambar 1b Metoda B

Gambar 1 Susunan pengujian untuk uji slip menanjaki

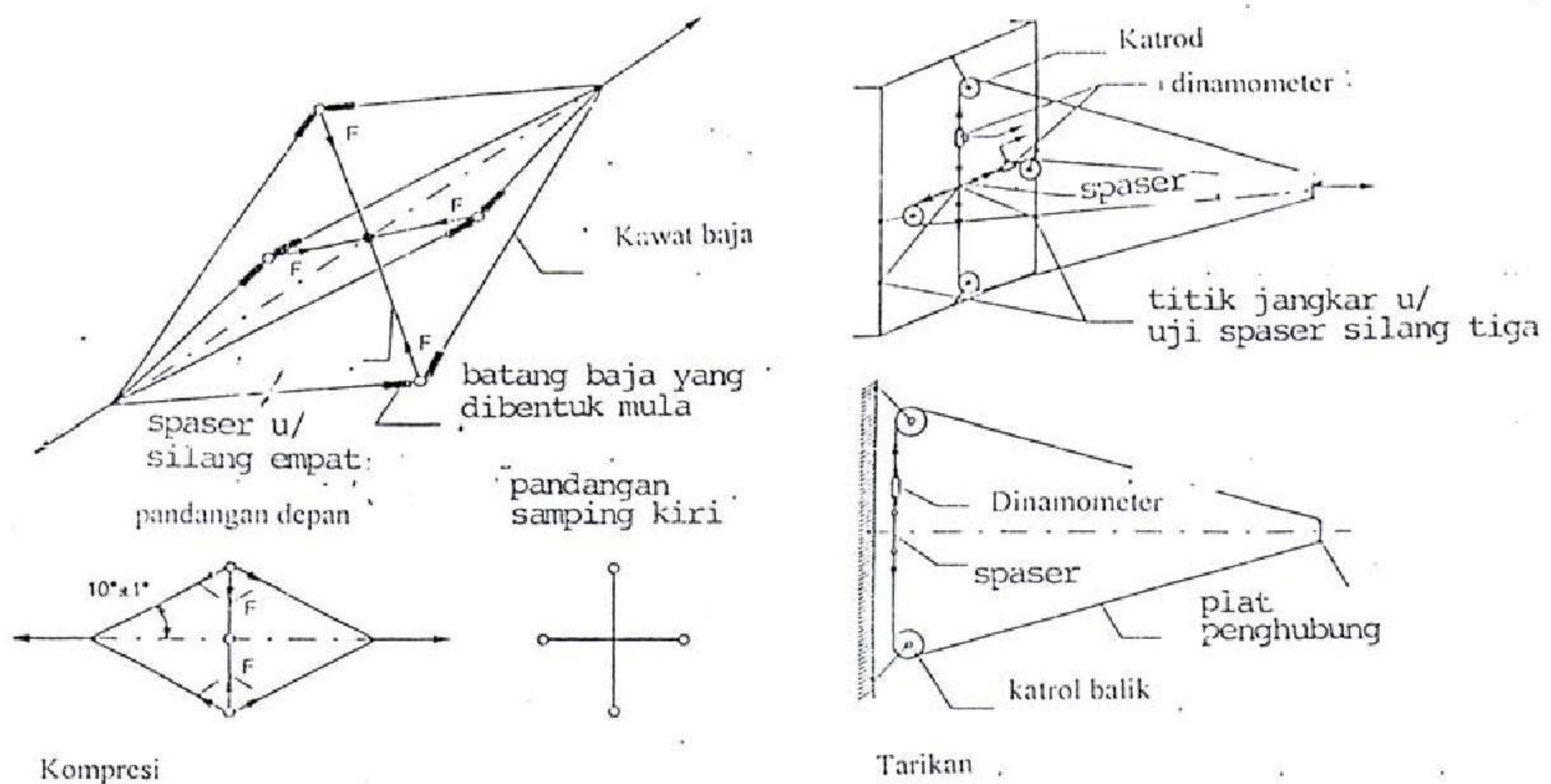


Gambar 2a Metode A

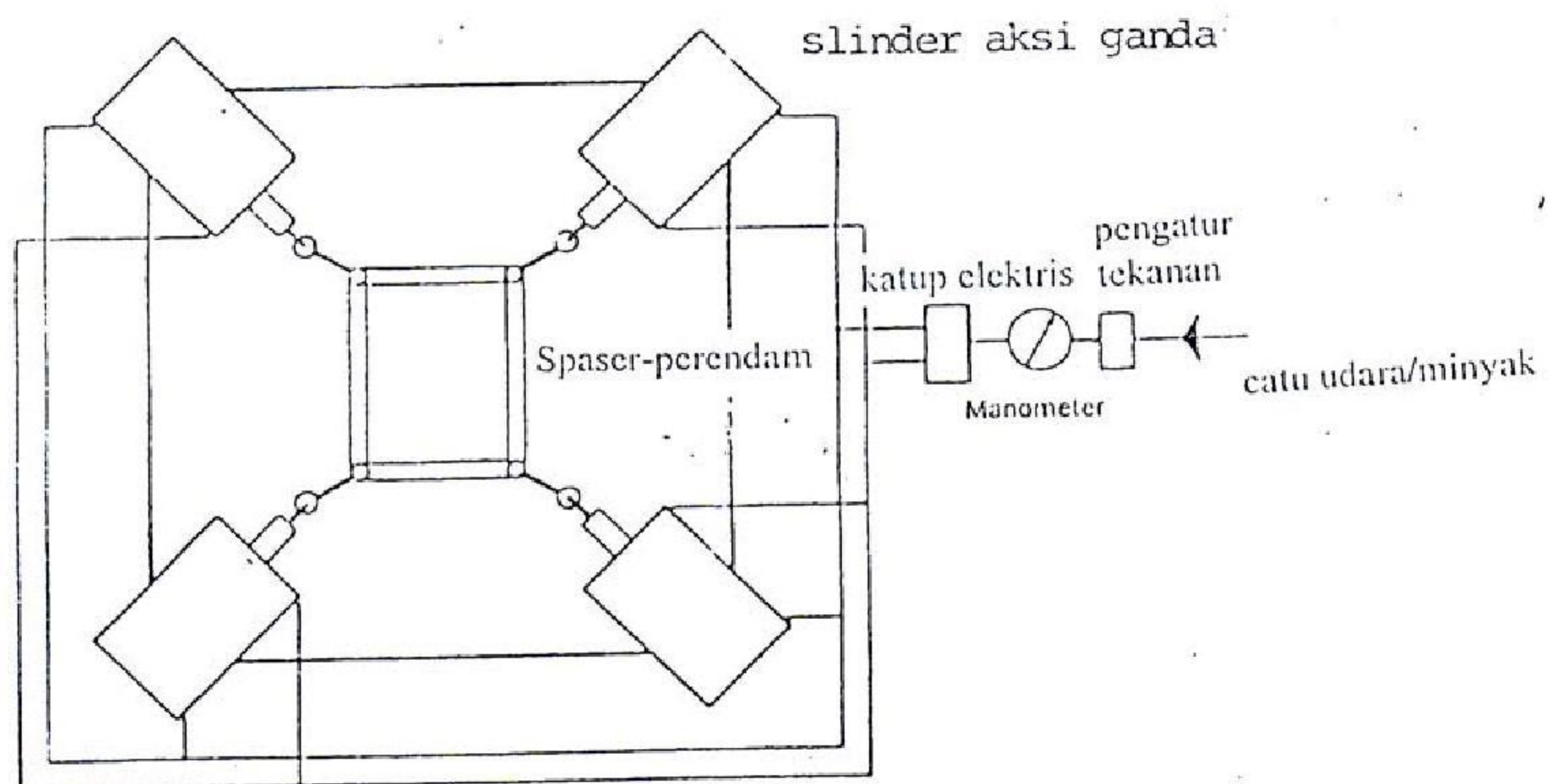


Gambar 2b Metode B

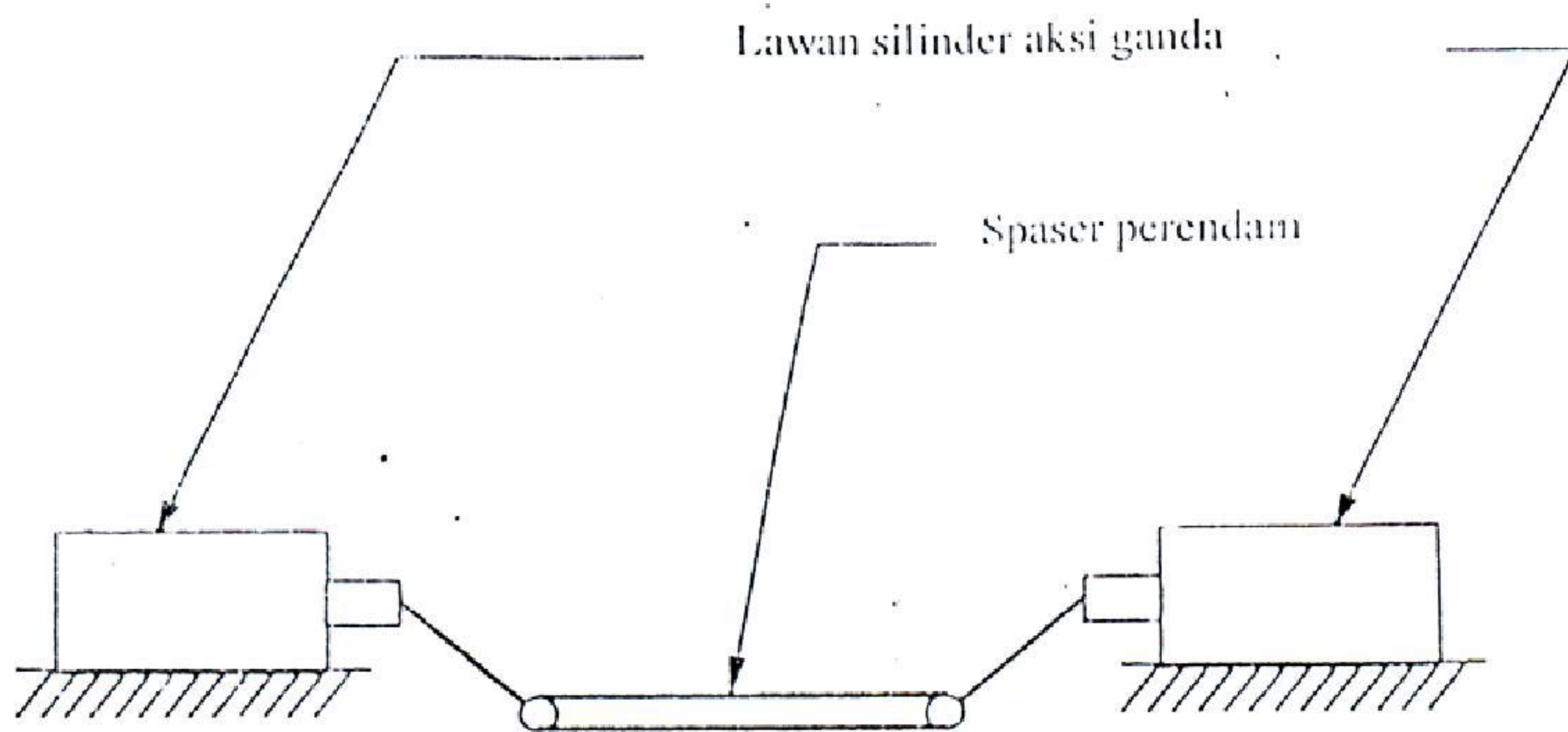
Gambar 2 Susunan pengujian untuk uji slip memutar



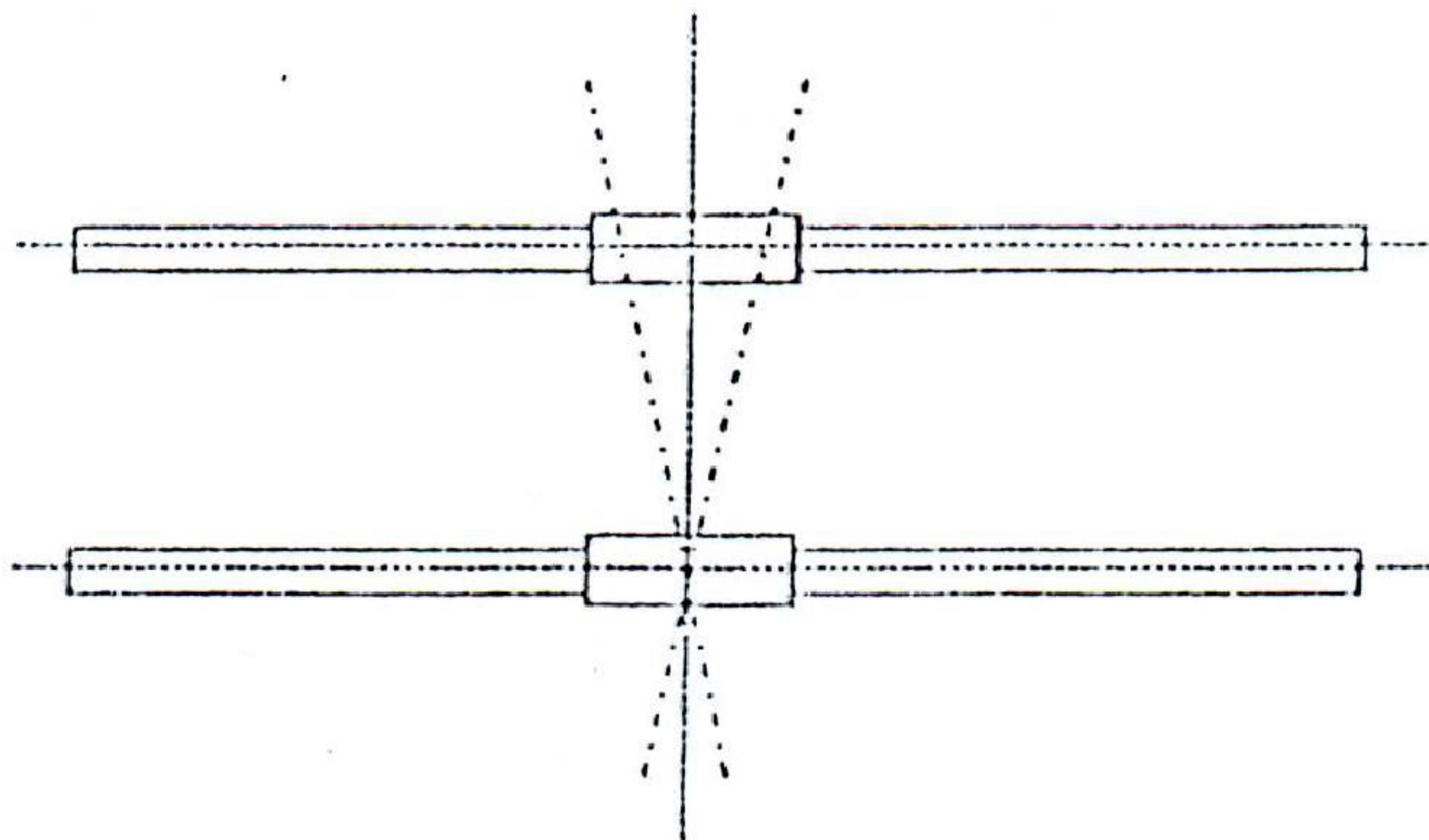
CATATAN Sebagai konduktor dapat digantikan oleh kawat baja dengan diameter yang lebih kecil yang dipasang dengan batang baja yang dibentuk mula untuk menyesuaikan diameter konduktor. Kawat-kawat ini harus sedemikian berubah bentuk sehingga sudut antara subkonduktor dan sumbu bundel sama dengan $(10 \pm 1)^\circ$



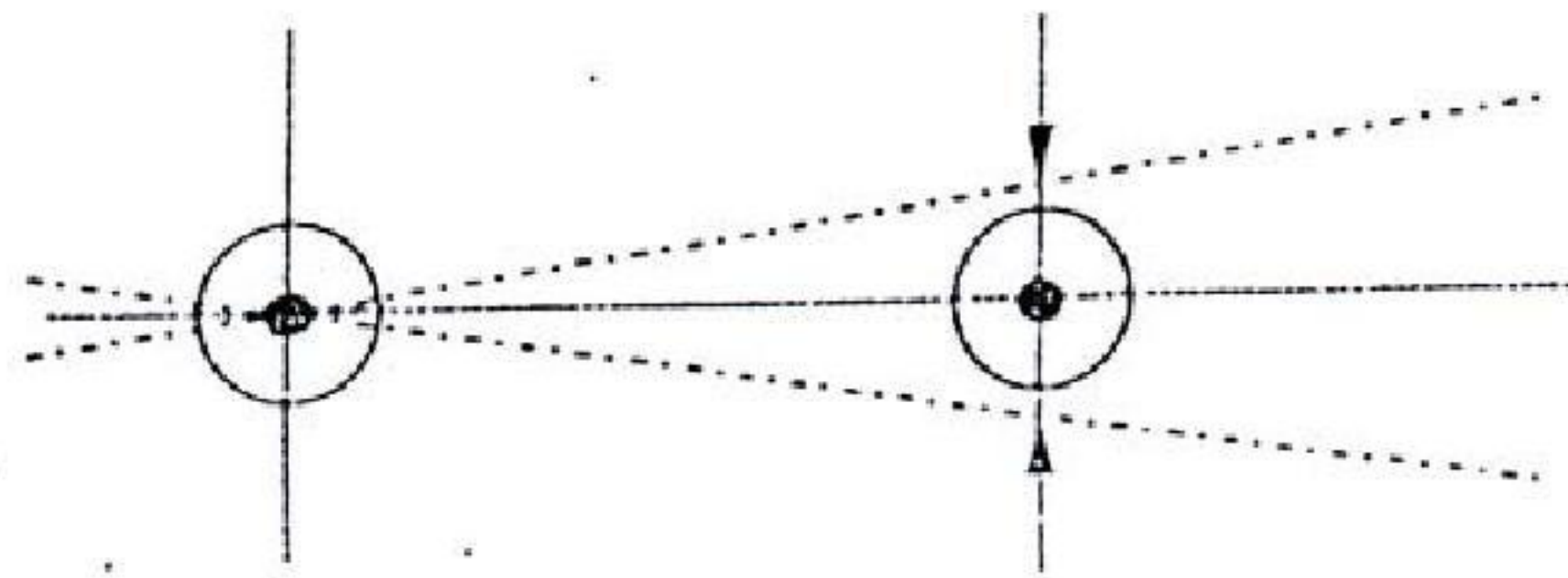
Gambar 3 Susunan pengujian untuk uji simulasi urus hubung singkat



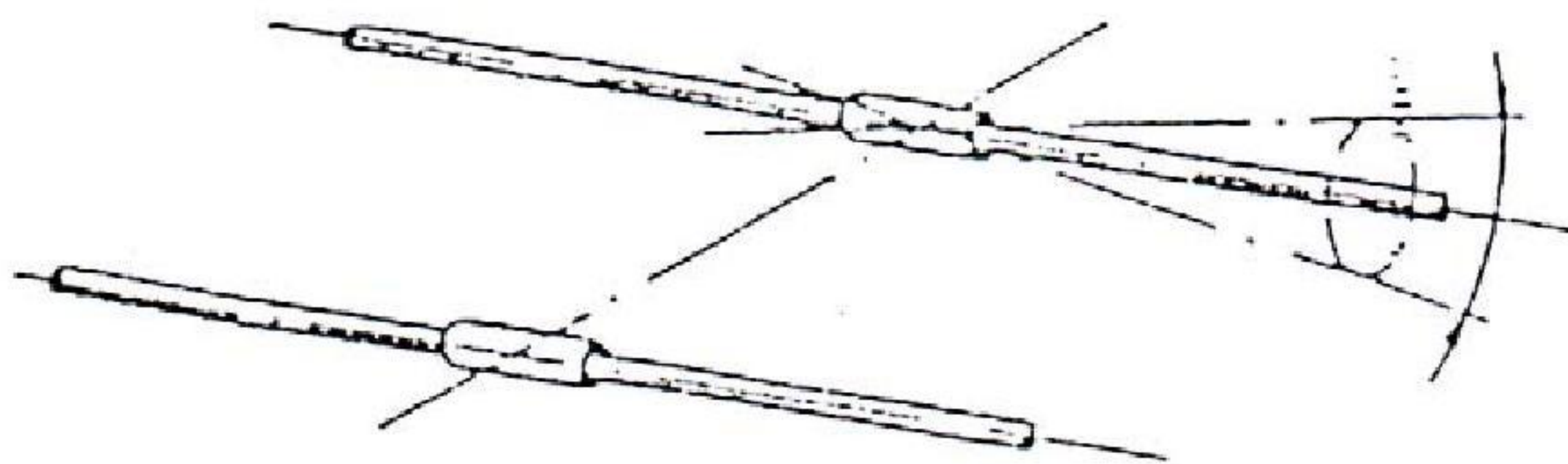
Gambar 4 Contoh gawai untuk uji kompresi dan tarikan



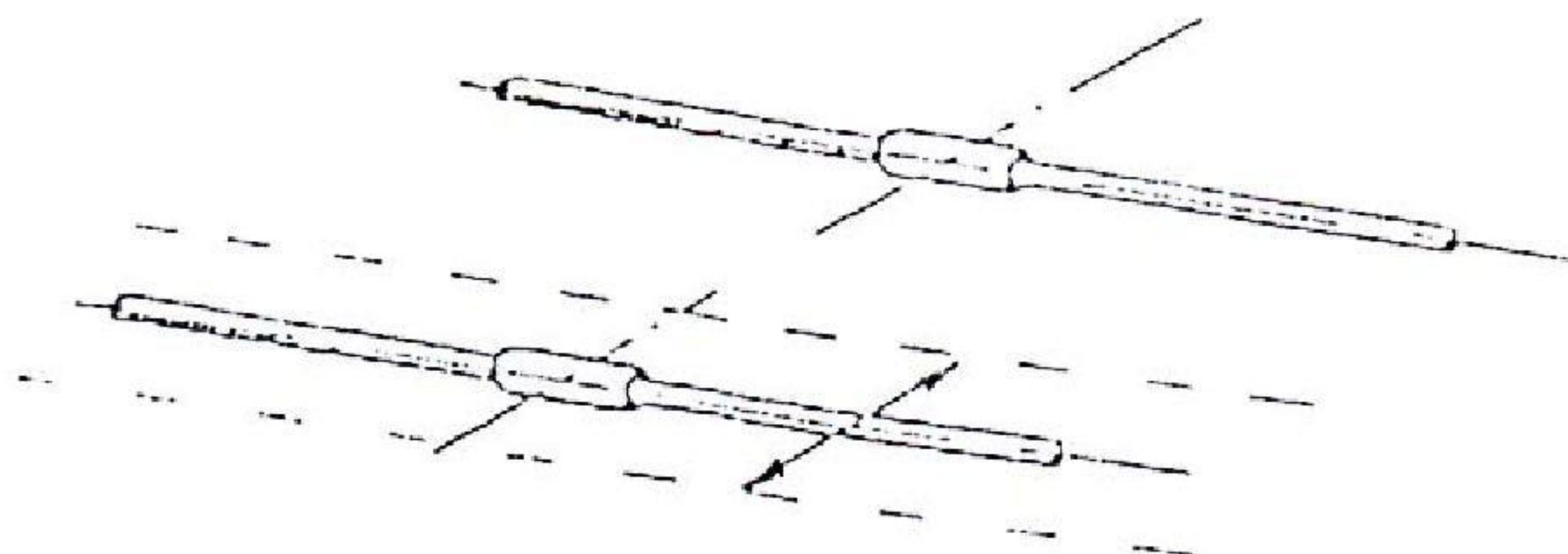
Gambar 5 Sketsa uji pergeseran memanjang



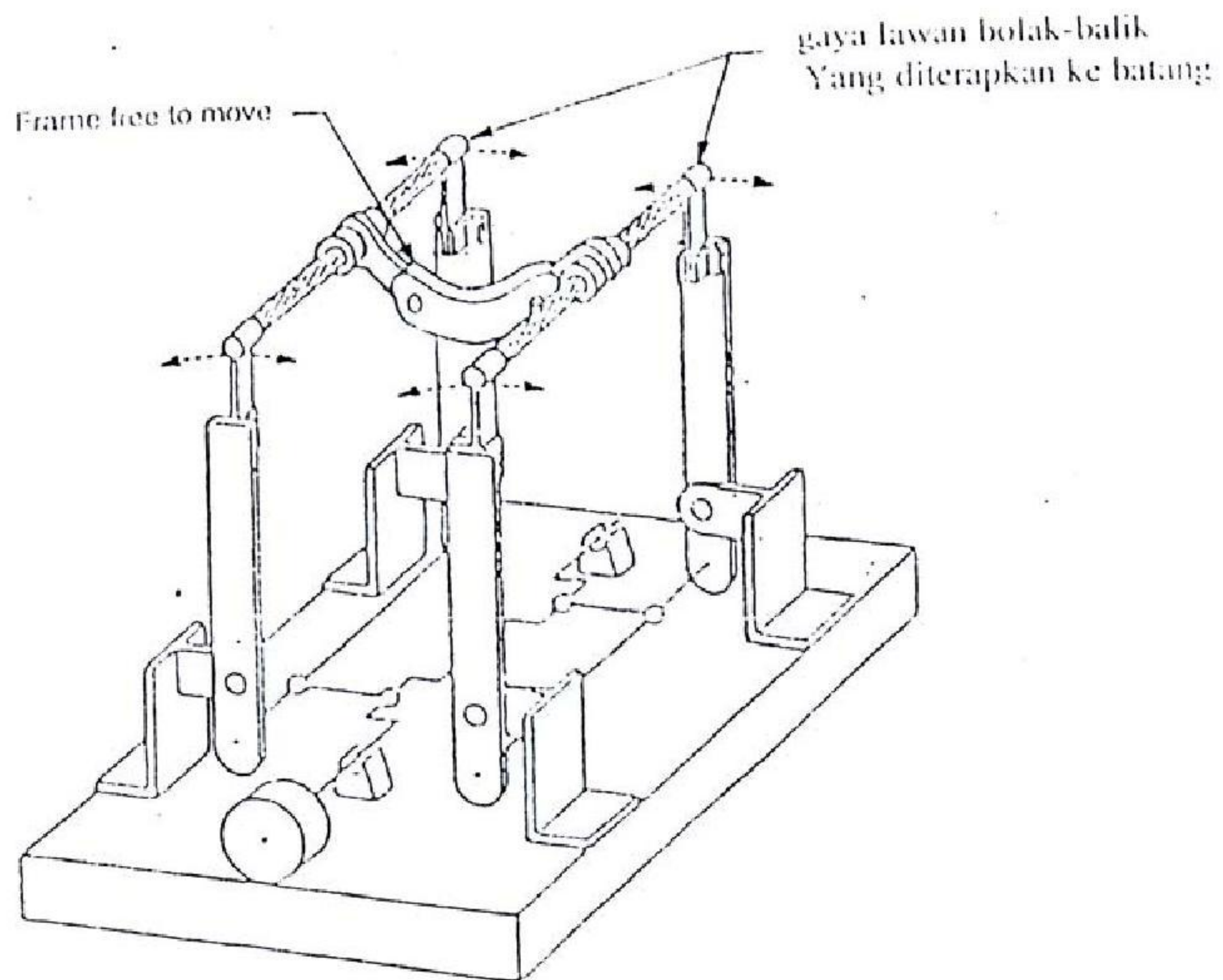
Gambar 6 Sketsa uji pergeseran vertikal



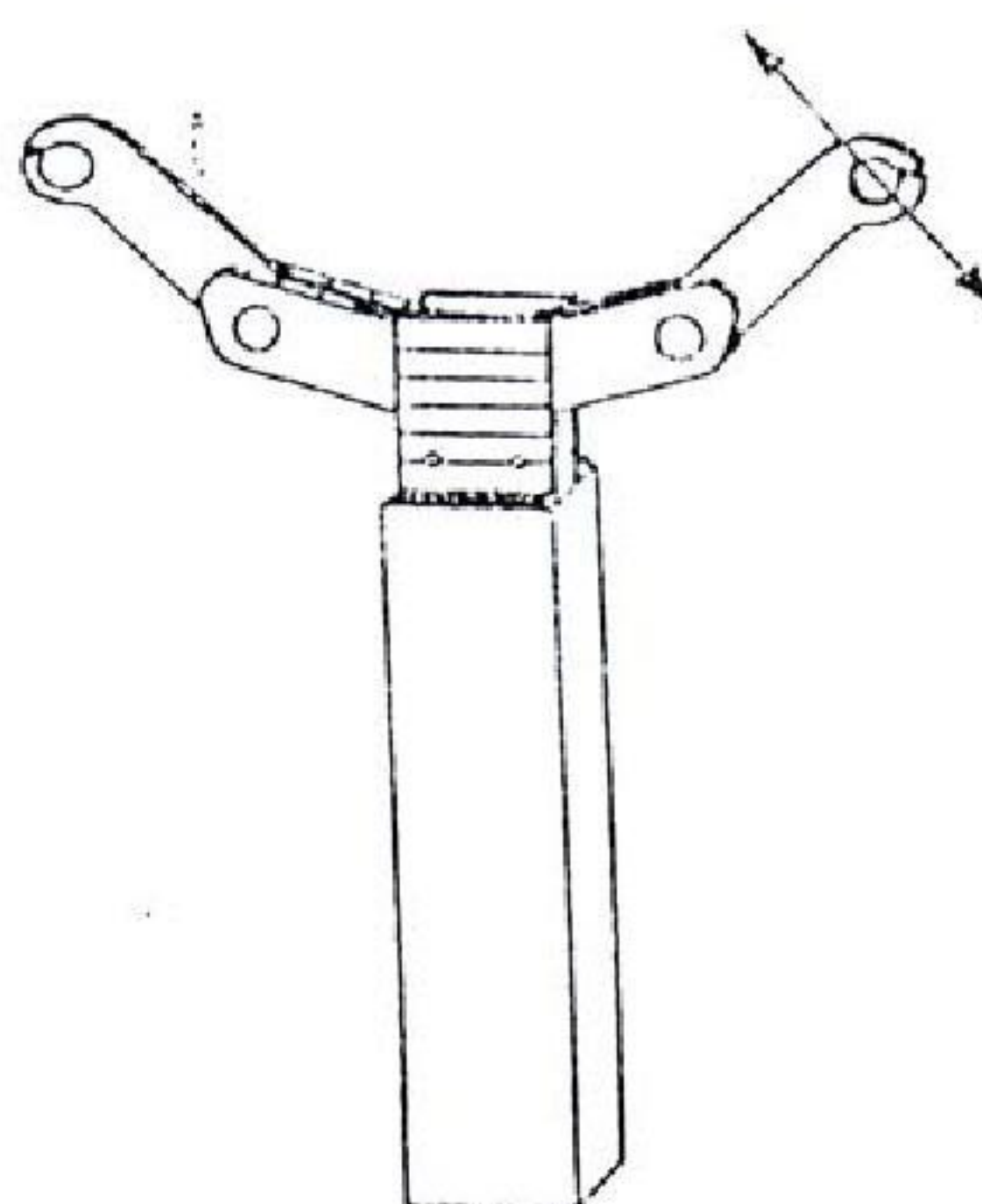
Gambar 7 Sketsa uji pergeseran kerucut



Gambar 8 Sketsa uji pergeseran horizontal melintang

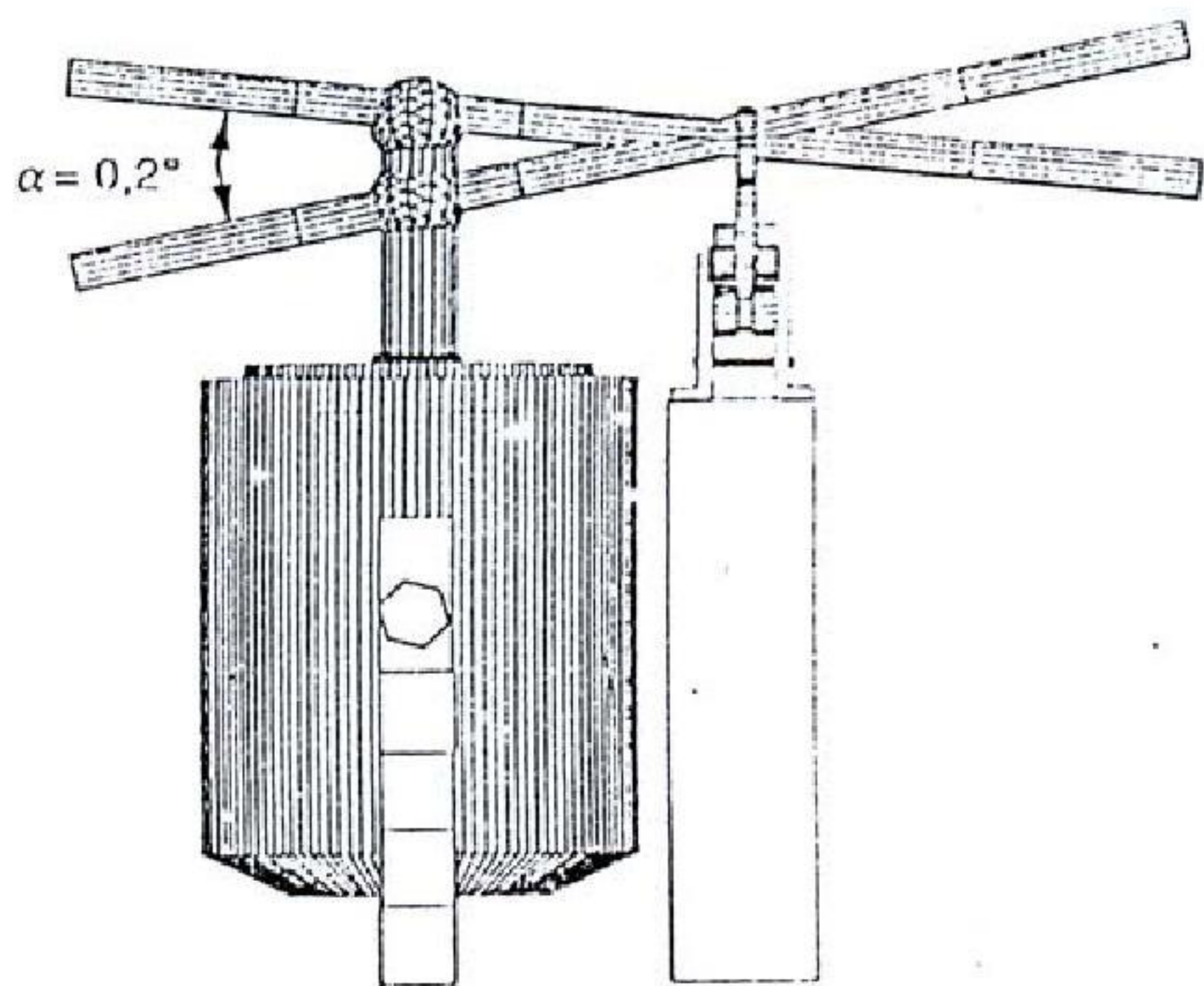
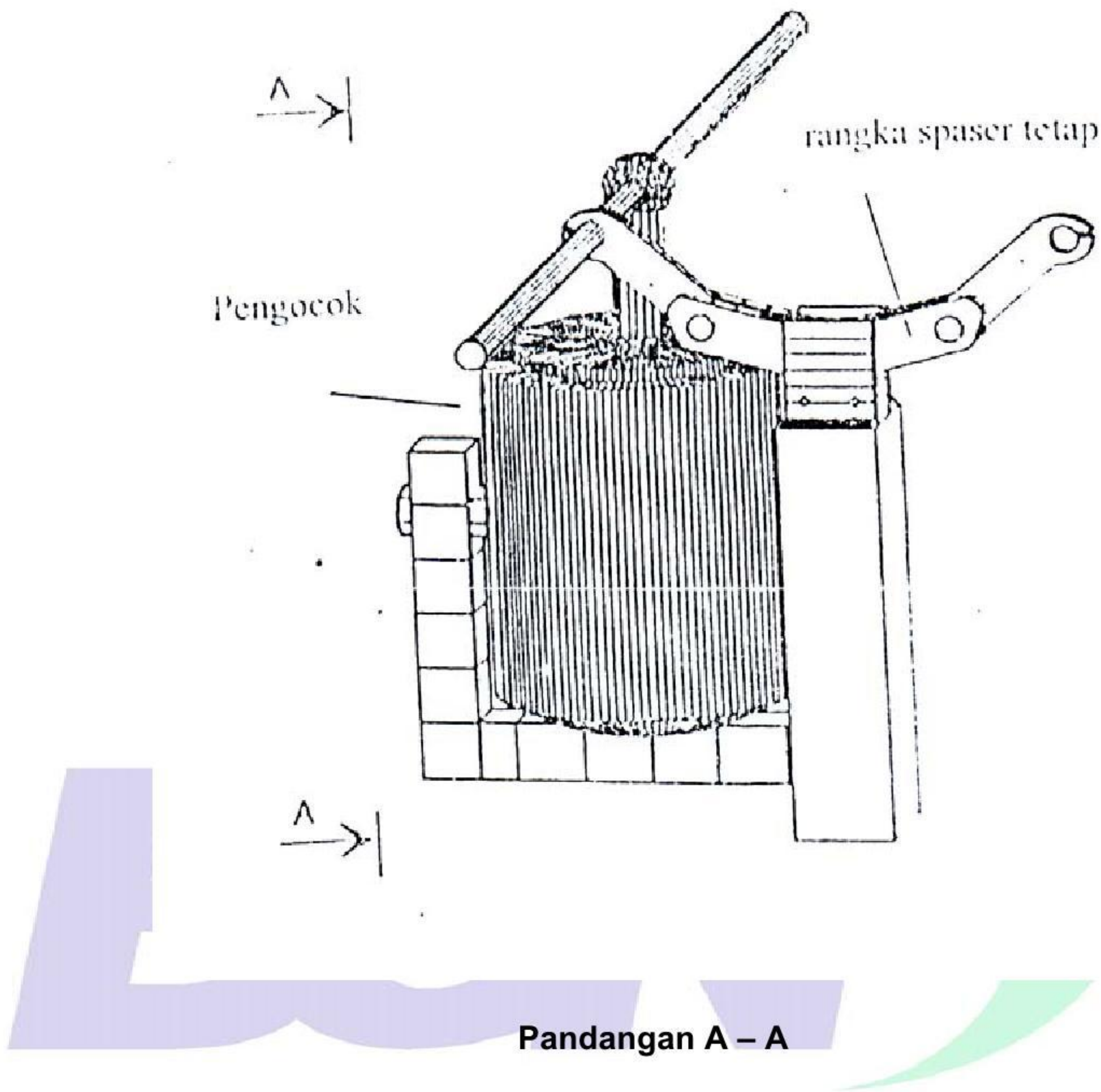


Gambar 9a Rangka spaser bebas gerak



Gambar 9b Rangka spaser tetap

Gambar 9 Susunan pengujian untuk uji osilasi subrentang



Gambar 10 Contoh uji vibrasi *Aeolian* di simpul

Lampiran A

(normatif)

Perincian teknis minimum yang disepakati antara pembeli dan pemasok

sub-ayat acuan	Pilihan uji	Rincian yang disepakati
6.2.3 Kriteria pemilihan contoh uji dan kriteria serah terima	Pemeriksaan berdasarkan variabel	Tingkat pemerikasaa,AQL,petunjuk pengambilan contoh uji
	Pemeriksaan berdasarkan atribut	Tingkat pemeriksaan,AQL,petunjuk pengambilan contoh uji
7.5.1 Uji gelincir klem		Toleransi jika meggunakan pecah
7.5.1.1 Uji gelincir memanjang	Variasi A Variasi B	Nilai yang ditentukan Nilai yang ditentukan
7.5.1.2 Uji torsi gelincir	Variasi A Variasi B	Beban yang ditentukan Putaran sudut γ_1
7.5.2 Uji baut pecah		Toleransi
7.5.3 Uji pengencangan baut		Toleransi jika menggunakan baut pecah
7.5.4 Uji simulasi hubung singkat	Simulasi arus hubung singkat Tekanan dan tarikan	Gaya tekan Gaya tekan dan faya tarik
7.5.5 Karakterisasi sifat elastis dan redaman	Metode-kekakuan-peradaman Metode kekakuan Metode peredaman	
7.5.6 Uji kelenturan		Nilai penyimpangan: -menunjang(longitudinal) -Tegak(vertikal) -konikal -transversal
7.5.7.2 Uji kelelahan ayunan sub-rentang		Jumlah putaran
7.7.1 Uji korona dan tegangan interferensi radio (RIV)	Metode tegangan	Tegangan pemadaman corona yang ditentukan
	Metode tegangan bertingkat	Tegangan bertingkat pemadaman corona yang ditentukan
7.7.2 Uji resistans listrik		Julat resistans elektrik

Lampiran B

(informatif)

Gaya kompresi pada uji simulasi hubung singkat

Untuk menghitung gaya kompresi dapat dipakai rumus (9) berikut, ada perbedaan nilai yang disepakati antara pembeli dan pemasok.

$$F_{maks} = K I_{cc} \sqrt{T \lg (S/D)}$$

dengan:

F_{maks} = gaya kompresi maksimum (N);

I_{cc} = arus hubung singkat tertentu pada bundel nilai efektif (kA);

T = beban tarik sub-konduktor (N);

S = diameter bundel / diameter lingkaran luar (m);

D = diameter sub-konduktor (m);

K = faktor yang tergantung pada jumlah sub-konduktor dibundel (N0,5 A-1).

Jumlah sub-konduktor	faktor K
2	1,585
3	1,450
4	1,260
6	1,014

Contoh 1

Jenis bundel	: 4 silang
Jarak pisah	: 450×10^{-3} m
Diameter bundel S	: 636×10^{-3} m
Jenis sub-konduktor	: ACSR Curlew
Diameter keseluruhan	: $31,68 \times 10^{-3}$ m
Beban tarik T	: 32.000 N
Arus hubung singkat I_{cc}	: 50 kA

$$F_{maks} = 1,26 \times 50 \times \sqrt{32.000 \times \lg (636 / 31,68)} = 12.863 \text{ N}$$

Contoh 2

Jenis bundel	: kembar
Jarak pisah	: 400×10^{-3} m
Diameter bundel S	: 400×10^{-3} m
Jenis sub-konduktor	: AAAC fLINT
Diameter keseluruhan	: $25,16 \times 10^{-3}$ m
Beban tarik T	: 21.700 N
Arus hubung singkat I_{cc}	: 20 kA

$$F_{maks} = 1,585 \times 20 \times \sqrt{21.700 \times \lg (400 / 25,16)} = 5.118 \text{ N}$$

Lampiran C

(informatif)

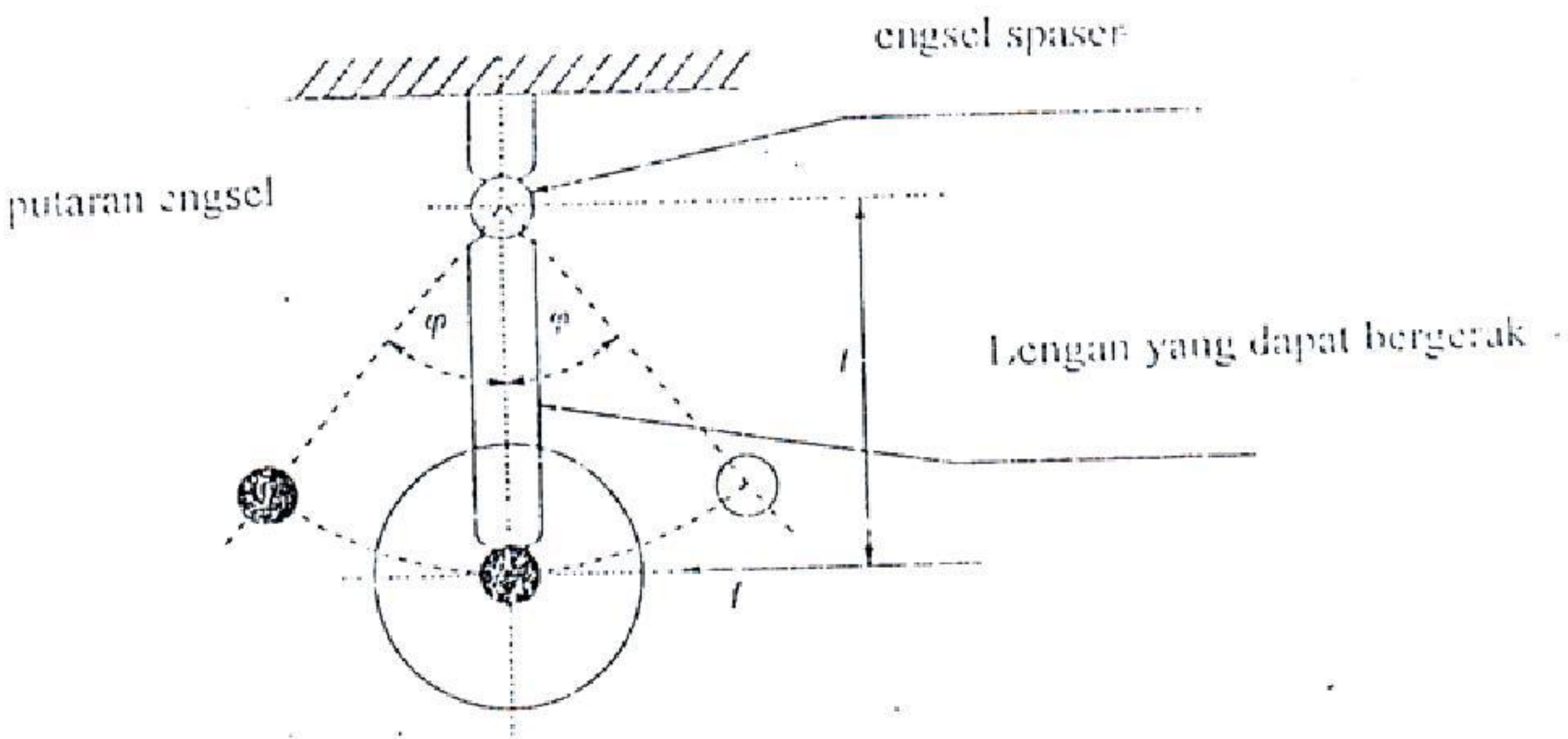
Karakterisasi sifat elastis dan redaman
Metoda kekakuan - redaman

Dengan mengacu gambar C.1 dan memisalkan H_t/ω sebagai redaman kekenyalan ekivalen dari engsel dan gaya f selalu tegak lurus lengan maka puratan lengan spaser mengelilingi pusat engsel dinyatakan dengan persamaan berikut:

$J \cdot \varphi'' + H_t l \omega \cdot \varphi' + K_t \cdot \varphi = f \cdot l$ (C.1)

dengan:

- J momen kelembaman terhadap pusat putaran;
- $\varphi, \varphi', \varphi''$ adalah nilai sesaat sudut putaran lengan turunan pertama dan keduanya;
- ω frekuensi sudut
- H_t konstata redaman
- K_t kekakuan putaran
- f nilai sesaat gaya yang diterapkan
- l panjang lengan



Gambar C.1 Rotasi lengan spaser mengelilingi pusat engsel

Dengan memisalkan gaya sinusoidal

$F = F \times e^{j\omega t}$ (F nilai puncak, bilangan kompleks)

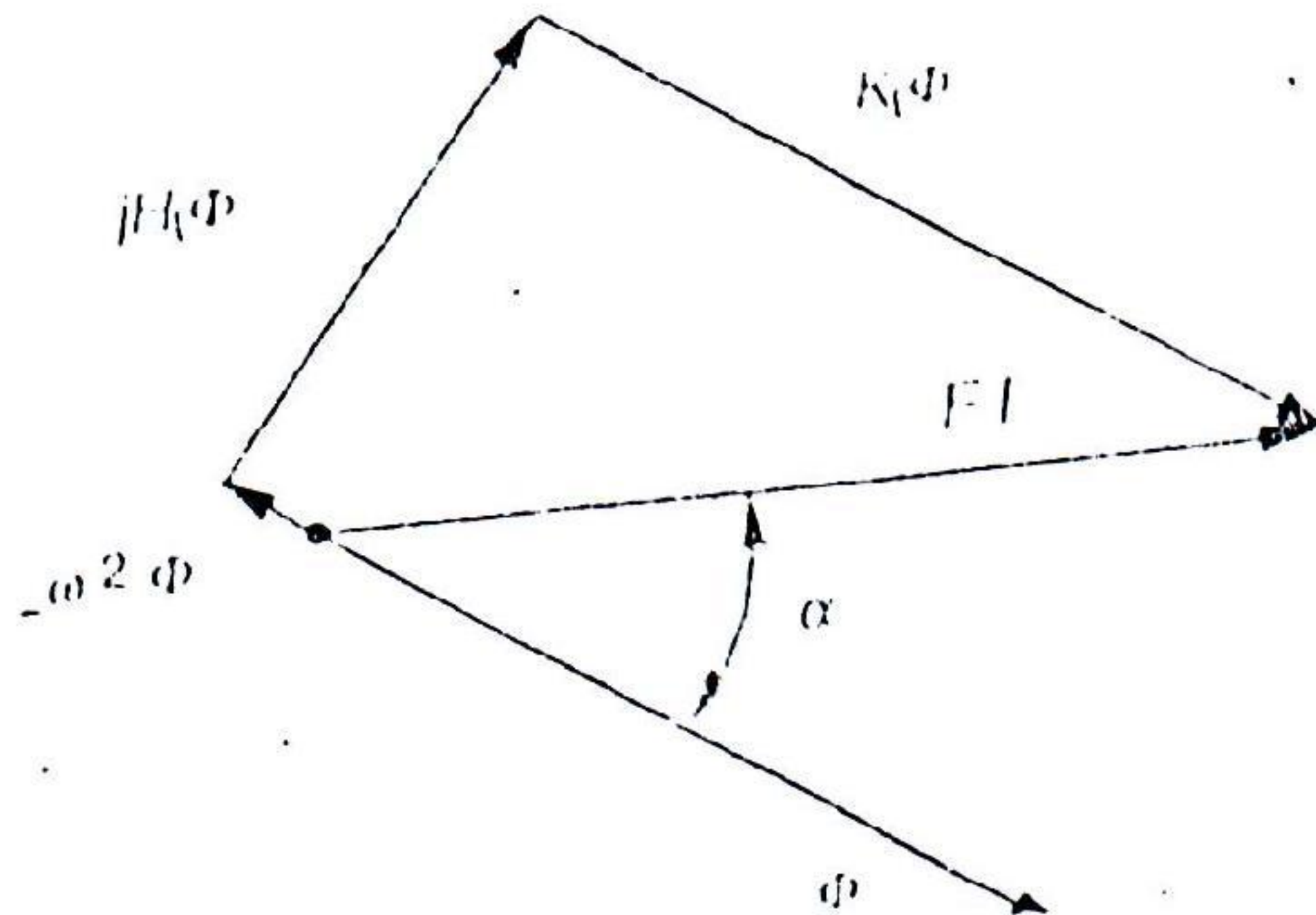
Sudut rotasi menjadi sinusoidal

$\varphi = \Phi \cdot e^{j\omega t} \cdot e^{-j\alpha}$ (Φ = nilai puncak)

akan memenuhi persamaan (C.1)

$$-\omega^2 \cdot \Phi \cdot e^{j\omega t} \cdot e^{-j\alpha} + H_t \cdot j \cdot \Phi \cdot e^{j\omega t} \cdot e^{-j\alpha} + K_t \cdot \Phi \cdot e^{j\omega t} \cdot e^{-j\alpha} = F \cdot l \cdot e^{j\omega t} \quad (C.2)$$

Gambar vektor yang relevan diekspersikan dalam gambar C.2



Gambar C.2 Gambar vector persamaan C.2

Untuk frekuensi sangat rendah ν ($\omega = 2\pi\nu$) dan peredaman spacer tertentu, $\omega^2 \cdot j \cdot \Phi$ dapat diabaikan terhadap $K_t \cdot \Phi_t$ sehingga

$$\tan \alpha = H_t / K_t$$

$$\text{dan } K_t = F.l.\cos \alpha / \Phi$$

Energi yang dibuang oleh engsel dalam satu periode sama dengan

$$E = \int f \cdot l \cdot d\varphi = \int f \cdot l \cdot d\varphi/dt \cdot dt$$

dan dengan

$$f = F \cdot \sin \omega t$$

$$\varphi = \Phi \cdot \sin (\omega t - \alpha)$$

$$E = F \cdot l \cdot \Phi \cdot \omega \cdot \int_0^{2\pi/\omega} \sin \omega t \cdot \cos (\omega t - \alpha) \cdot dt = \pi \cdot F \cdot l \cdot \Phi \cdot \sin \alpha$$

Lampiran D

(informatif)

Verifikasi unjuk kerja getaran sistem bundle / spaser

D.1. Umum

Konduktor bundle saluran udara dapat terkena getaran aeolian dan osilasi subkonduktor yang dalam keadaan yang berat, dapat mengarah kepada gagal kelelahan pilinan atau fitting konduktor. Peredam spaser sering digunakan untuk mengurangi amplituda getaran yang disebabkan angin dan karenanya menghindari masalah kelelahan terkait.

Catatan 1 Kadang-kadang sistem peredam untuk konduktor bundle ini terdiri atas spaser fleksibel atau peredam spaser bersama dengan peredam getaran.

Kinerja suatu sistem spaser dalam kaitan dengan unjuk kerja getaran adalah sangat berhubungan erat dengan karakteristik bundel (jenis konduktor, jarak, beban tarik dsb.), sebagai akibatnya, bundel yang ditambah sistem spaser harus dianggap sebagai satu kesatuan di dalam menilai unjuk kerja getaran.

Verifikasi kinerja sistem bundel / spaser, apabila disepakati di antara pembeli dan pemasok, harus mempertimbangkan getaran aeolian karena ini adalah gejala getaran yang paling umum. Verifikasi unjuk kerja osilasi subrentang dapat juga disepakati.

Verifikasi unjuk kerja harus dilakukan dengan salah satu dari dua cara berikut ini:

- Menentukan unjuk kerja getaran secara analitis dengan menggunakan program komputer khusus berdasarkan model matematis sistem. Verifikasi unjuk kerja analitis ini harus dilaksanakan oleh pemasok.
- Melaksanakan uji lapangan secara percobaan pada saluran udara atau rentang percobaan yang terpapar keangin alami.

CATATAN 2 Apabila disepakati di antara pembeli dan pemasok, bukti pengujian mengenai verifikasi percobaan sebelumnya atas sistem peredaman yang diusulkan dapat diterima untuk mengevaluasi kinerja tanpa suatu uji lapangan lainnya.

D.2. Getaran aeolian

Verifikasi analitis unjuk kerja getaran aeolian harus dilaksanakan atas sekurang-kurangnya dua rentang dengan panjang yang berbeda.

Apabila tersedia, pembeli harus memberikan informasi tambahan berikut ini:

- panjang dari dua rentang;
- karakteristik konduktor (jenis, pilin, berat per jarak, RTS);
- beban tarik konduktor (yang berdasarkan distribusi tahunan suhu harian minimum);
- redaman-sendiri konduktor, atau alternatifnya potongan konduktor yang akan digunakan oleh pemasok untuk melakukan percobaan penilaian redaman-sendiri; data percobaan yang tersedia untuk konduktor sejenis dapat juga digunakan untuk menentukan koefisien redaman-sendiri secara teoritis;
- jenis klem gantung (konvensional, AGS, dsb.);
- karakteristik batang baja, apabila dipergunakan;
- karakteristik gawai, selain unsur peredaman, yang ada pada konduktor dan distribusinya dalam rentangan;

- kondisi kantor tanah di sekitar saluran (datar, berbukit, berhutan dsb.);
- distribusi tahunan kecepatan angin rata-rata (10 menit rata-rata) di lokasi yang dekat saluran udara terkait.

Verifikasi percobaan perilaku getaran aeolian harus dilaksanakan untuk sekurang-kurangnya dua rentang dengan panjang yang berbeda. Pembeli dan pemasok harus menyepakati jangka waktu uji lapangan, pengukuran yang akan dibuat (amplituda pembengkokan atau regangan pada klem gantung, pada klem-spaser, kecepatan dan arah angin, pusaran dsb.), instrumen dan transduser yang akan digunakan dan prosedur untuk mengolah dan menampilkan data percobaan.

CATATAN Jangka waktu uji lapangan harus diperpanjang apabila selama jangka waktu yang sama frekuensi terjadinya angin yang tegak lurus terhadap rentang pengujian, dengan kecepatan antara 0,5 m/detik sampai dengan 10 m/detik, dianggap tidak mencukupi.

- Kriteria serah terima yang disarankan

Kriteria serah terima harus mempertimbangkan regangan konduktor pada klem gantung, klem-spaser dan klem peredam, apabila menggunakan peredam.

Kriteria serah terima harus disepakati antara pembeli dan pemasok dengan mengacu kepada IEEE WPM 31 TP 65-156 [6], CIGRE SC22-WG04 [7] dan CIGRE SC22-WG11-TF2 [8] atau terbitan sejenis lainnya.

D.3 Osilasi gawang

Verifikasi analitis dari unjuk kerja osilasi gawang harus dilaksanakan untuk sekurang-kurangnya dua gawang dengan panjang yang berbeda.

Pembeli harus menyediakan:

- panjang dari dua gawang;
- beban tarik konduktor (yang berdasarkan distribusi tahunan suhu harian minimum);
- karakteristik konduktor (jenis, pilin, berat per jarak, RTS);
- kondisi kantor tanah di sekitar saluran (datar, berbukit, berhutan dsb.);
- karakteristik gawang, selain unsur peredaman, yang ada pada konduktor dan distribusinya dalam gawang;
- distribusi tahunan kecepatan angin rata-rata (10 menit rata-rata) di lokasi yang dekat dengan saluran udara.

Verifikasi percobaan dari unjuk kerja osilasi subgawang harus dilakukan sekurang-kurangnya dua gawang yang berdampingan dengan panjang yang berbeda. Pembeli dan pemasok harus menyepakati jangka waktu uji lapangan, pengukuran yang akan dibuat (amplituda osilasi pada setengah subgawang dan / atau seperempat subgawang, bersaran pembengkokan atau regangan pada klem spaser, arah, kecepatan dan pusaran angin, dsb.), instrumen dan transduser yang akan digunakan dan prosedur untuk mengolah dan menampilkan data percobaan

- Kriteria serah terima yang disarankan

Kriteria serah terima harus mempertimbangkan besaran osilasi pada setengah dan seperempat sugawang.

Perambatan osilasi subgawang ke subgawang yang berurutan, regangan pada klem spaser atau pada klem gantung dapat juga dipertimbangkan.

Kriteria serah terima harus disepakati di antara pembeli dan pemasok.

Bibliografi

ISO 900-1: 1994, *Quality management and quality assurance standards – Part 1: Guidelines for selection and use.*

ISO 9001: 1994, *Quality systems – Model for quality assurance in design, development, protection, installation and servicing.*

ISO 9002: 1994, *Quality systems – Model for quality assurance in production, installation and servicing.*

ISO 9003:1994, *Quality system – Model for quality assurance in final inspection and test.*

ISO 9004-1:1994, *Quality management and quality system elements – Part 1: Guidelines.*

IEEE Committee report, *Standardization of conductor vibration measurements*; IEEE WPM 1965; 31TP 65-156.

CIGRE SC22 WG04, *Recommendations of the evaluation of the lifetime of transmission line conductors*; Electra **63**, March 1979.

CIGRE SC22 WG11-TF2, *Guide to vibration measurements on overhead lines* – Electra **163**, Dec 1995.

Manunzio C. *An investigation on the force on bundle conductor spacers under fault conditions* – IEEE T & D, June-July 1965, Paper 31TP 65-707.





BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id